

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 200

Contribution à l'Etude botanique
de la flore algale des sources
du groupe hyperthermal de Vichy

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

SECTION DE PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

le 13 Juin 1934

PAR

Mouchi BENHAMOU

Pharmacien de 1^{re} classe

*Ex-Préparateur de matière médicale et de botanique
à la Faculté de Lyon*

Né le 13 Juillet 1893 à TLEMCEM (Oran)



LYON

BOSC Frères, M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

1934

Contribution à l'étude botanique
de la flore algale des sources
du groupe hyperthermal de Vichy



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 200

Contribution à l'Etude botanique de la flore algale des sources du groupe hyperthermal de Vichy

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

SECTION DE PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

le 13 Juin 1934

PAR

Mouchi BENHAMOU

Pharmacien de 1^{re} classe

*Ex-Préparateur de matière médicale et de botanique
à la Faculté de Lyon*

Né le 13 Juillet 1893 à TLEMCEN (Oran)



LYON

BOSC Frères, M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

1934

PERSONNEL DE LA FACULTE

Doyen honoraire	M. L. HUGOUNENQ.
Doyen	M. J. LEPINE.
Assesseur	M. A. MOREL.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. ROQUE, LANNOIS, HUGOUNENQ, ROCHET
PARRAL, ROLLET, DOYON.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. PIC.
Cliniques chirurgicales.....	PAVIOT.
Clinique obstétricale et Accouchements.....	TIXIER.
Clinique ophtalmologique	BERARD.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	VORON.
Clinique neurologique et psychiatrique.....	BONNET.
Clinique des maladies des enfants	NICOLAS.
Clinique des maladies des femmes.....	LEPINE (J.).
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	MOURIQUAND.
Clinique des maladies des voies urinaires.....	VILLARD.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	COLLET.
Clinique et prophylaxie de la tuberculose.....	GAYET.
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie.....	NOVE-JOSSERAND.
Chimie biologique et médicale.....	COURMONT.
Chimie organique et Toxicologie.....	CLUZET.
Matière médicale et Botanique.....	FLORENCE.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....	MOREL.
Anatomie	MANCEAU.
Histologie	GUIART.
Physiologie	LATARJET.
Pathologie externe	POLICARD.
Pathologie interne	HERMANN.
Pathologie et Thérapeutique générales.....	LERICHE.
Anatomie pathologique	FROMENT.
Chirurgie opératoire	CADE.
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie.....	FAVRE.
Médecine légale	PATEL.
Hygiène	ARLOING (F.).
Thérapeutique	Etienne MARTIN.
Pharmacie et Pharmacologie.....	ROCHAIX.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	SAVY.
	LEULIER.
	PIERY.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Propédeutique de gynécologie.....	MM. CONDAMIN.
Chargé d'un cours d'Anatomie médico-chirurgicale.....	THEVENOT (Léon).
Chargé d'un cours d'Embryologie.....	NOEL.

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Chirurgie expérimentale.....	MM. TAVERNIER.
Stomatologie	PONT

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
MAZEL	WERTHEIMER	EPARVIER	CREYSSSEL
DUMAS	GATE	GUILLEMINET	DE ROUGEMONT
DUFOUT	DECHAUME	MORENAS	PAUPERT-
DEVIC	BERNHEIM	REBATTU	RAVAULT
GABRIELLE	POLLOSSON	REVOT.	PIGEAUD
MARTIN (Joseph)	CHAMBON	ENSELME	PONTHUS
ROCHET (Ph.)	CIBERT	SEDALLIAN	MALMEJAC

EXAMINATEURS DE LA THESE

MM MANCEAU, *président*; LEULIER, *assesseur*;
MORENAS et REVOL

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.



A MON PÈRE ET A MA MÈRE

Qu'ils reçoivent la dédicace première de cette étude, en témoignage de ma grande affection.

Leur vie toute de travail, d'abnégation et de dévouement restera pour moi le meilleur et le plus réconfortant exemple.

Puisse leur tendresse me suivre longtemps dans la vie !

A MON EPOUSE ET A MON FILS

Très faible témoignage de mon amour.

A MON FRÈRE, A MES SŒURS ET A LEUR FAMILLE

En souvenir des jours heureux de notre enfance.

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A LA MÉMOIRE DU PROFESSEUR PH. BRETIN

dont le souvenir est impérissable
dans le cœur de ses élèves.

Il nous avait fait l'honneur de
nous choisir comme préparateur
de ses cours et il n'avait cessé pen-
dant la durée de nos études de
nous prodiguer des marques nom-
breuses d'intérêt.

A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR P. MANCEAU

Professeur de Matière médicale et de Botanique
Chevalier de la Légion d'Honneur

A NOS JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR LEULIER,
Chevalier de la Légion d'Honneur

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ MORENAS,

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ REVOL.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BOTANIQUE DE LA FLORE ALGALE DES SOURCES DU GROUPE HYPERTHERMAL DE VICHY

AVANT-PROPOS

Les eaux de Vichy, — dont la valeur thérapeutique était déjà appréciée du temps des Romains, — ont été décrites sous leurs différents aspects (historique, chimique, médical, etc...); il nous semblait que l'étude en était épuisée.

Mais l'esprit de recherche, en honneur au Laboratoire d'Hydrologie de Vichy, — dont les travaux placés sous l'égide du Collège de France sont dirigés par l'éminent Docteur LESCŒUR, — ainsi que l'intérêt bienveillant que ce praticien n'a cessé de nous témoigner depuis que nous exerçons à Vichy, nous ont valu la bonne fortune de voir notre attention attirée sur une étude qui avait été ébauchée par des médecins et chercheurs dont plusieurs avaient habité Vichy.

En effet, la flore des sources d'eaux minérales de Vichy avait éveillé la curiosité de LONCHAMP en 1824 lorsqu'il fit l'analyse des eaux de Vichy; la composition chimique de cette flore a été étudiée par VAUQUELIN dès la même année 1824. En 1855, le Docteur Ch. PETIT, médecin inspecteur des eaux de Vichy, en colla-

boration avec le naturaliste Jules HAIME, avait fait un travail intéressant sur cette matière organique.

M. le Docteur LESCŒUR nous a fait valoir l'opportunité d'entreprendre actuellement l'étude complète de cette « matière verte ». En effet les incessants perfectionnements apportés au captage et à l'aménagement des sources d'eaux minérales depuis plusieurs années déjà ont nécessité des modifications qui tendent de plus en plus à mettre l'eau à l'abri des poussières de l'air. Les sources sont maintenant couvertes et l'eau minérale s'écoule continuellement par des canalisations branchées sur le griffon lui-même. Or la matière organique qui s'étalait nonchalamment dans la vasque a disparu du jour où la paroi protectrice a soustrait la source à l'influence de l'air et de la lumière ; la « matière verte » des vasques des sources *Chomel*, *Grande-Grille* et *Hôpital*, qui a servi de champ d'expériences au Docteur PETIT et à HAIME, n'existe plus aujourd'hui.

Fort heureusement trois sources d'eau chaude de Vichy, — *qui constituent le groupe hyperthermal de Vichy*, — ont échappé jusqu'ici, parce qu'elles ne sont point encore exploitées, aux exigences modernes ; elles possèdent encore une vasque ouverte à l'air libre. Ce sont : la source du *Dôme*, la source des *Lys*, la source *Cornélie* qui toutes trois jaillissent à deux kilomètres environ en amont de Vichy.

Ces sources dont le débit tumultueux provoque l'étonnement des nombreux buveurs qui viennent, chaque année, demander à Vichy la santé, sont les plus chaudes de Vichy ; elles jaillissent aux températures moyennes suivantes :

la source du *Dôme* à 65°5
la source des *Lys* à 60°5
la source *Cornélie* à 44°1

alors que les sources tièdes de Vichy ont une température comprise entre 44° et 33° (*Chomel, Hôpital, Grande Grille*) et que les sources froides comme *Lucas, Parc, Célestins, Dubois* ont une température variant entre 28° et 11°.

La composition chimique de ces sources, — qui appartiennent au groupe des bicarbonatées sodiques fortes, — peut se résumer dans le tableau suivant :

TABLEAU COMPARATIF DE LA COMPOSITION CHIMIQUE
DES SOURCES : DÔME, LYS ET CORNÉLIE

Principaux ions en grammes par litre

	<i>Dôme</i> (1)	<i>Lys</i> (1)	<i>Cornélie</i> (2)
<i>Cations:</i>			
Potassium (K)	0,109	0,107	0,098
Sodium (Na)	1,93	1,89	1,648
Calcium (Ca)	0,056	0,058	1,1201
Magnésium (Mg)	0,010	0,011	0,0135
Fer (Fe)	0,0009	0,0009	0,003
<i>Anions :</i>			
Sulfurique (SO ⁴)	0,193	0,188	0,188
Chlorhydrique .. (Cl)	0,389	0,347	0,372
Carbonique (CO ³ H)	4,58	4,49	4,015
Silice (SiO ²)	0,053	0,044	0,035
Acide carbonique (CO ²) libre.	0,410	1,350	1,250

Autres constituants de ces eaux

Aluminium, ammonium, argent, arsenic, baryum, bismuth, bore, brome, cuivre, étain, fluor, gallium, germanium, glucinium, iode, lithium, molybdène, manganèse, phosphore, plomb, strontium, thallium, titane, tungstène, vanadium, zinc.

(1) URBAIN, 1925, *Annales de l'Institut d'Hydrol. et de Climat.*, sept. 1925, p. 218-134.

(2) BONJEAN, 1908.

Les sources du *Dôme*, des *Lys* et *Cornélie*, jaillissent dans des vasques dont les parois offrent un aspect curieux ; en l'espace de quelques mois la vasque se recouvre intérieurement et extérieurement de concrétions calcaires sur lesquelles s'étale une couche brillante, veloutée, de couleurs vives où le vert foncé domine ; certains endroits de cette vasque sont tapissés d'une mince pellicule brune ou pourpre. Ces aspects divers, agréables à la vue, attirent l'attention.

Cette matière organique sous ses différentes couleurs est constituée par les algues dont les pigments sont verts, bleus ou bruns. Il nous a paru utile d'identifier ces algues, de les étudier, de chercher à savoir si elles sont spécifiques de la composition chimique de l'eau qui constituait leur habitat et de ses caractères physiques (température, etc...)

Nous nous proposons d'effectuer l'étude chimique de ces algues ; nous n'avons pu remplir ce dessein en raison du développement que nous avons été amené à donner à l'aspect botanique de la question.

C'est ce travail modeste que nous nous sommes efforcé d'exécuter grâce aux conseils éclairés de M. le Professeur MANCEAU qui a bien voulu diriger nos efforts. Nous avons trouvé auprès de ce Maître la plus grande bienveillance et un accueil plein de cordialité. Nous lui en sommes profondément reconnaissant.

Notre gratitude va également à M. le Professeur LEULIER dont nous avons depuis longtemps apprécié les conseils avisés. Nous le prions d'accepter nos remerciements les plus sincères et les plus respectueux.

Nos remerciements vont aussi à M. le Professeur agrégé MORÉNAS qui a bien voulu nous faire l'honneur de faire partie de notre jury de Thèse.

Nous sommes heureux d'avoir parmi nos juges M. le Professeur agrégé REVOL dont les attaches avec le regretté Professeur BRETIN nous rappellent le temps heureux où nous étions l'élève de ce distingué Maître.

M. l'Abbé FRÉMY, Professeur à l'Institut libre de Saint-Lô, dont la science fait autorité en France pour tout ce qui concerne la flore algale et dont l'érudition égale la modestie, nous a été un précieux guide dans l'édification de cette thèse. C'est grâce à lui que nous avons pu apporter dans notre travail des documents originaux. Nous l'assurons de notre respectueuse gratitude.

M. le Docteur LESCŒUR a droit à notre reconnaissance pour l'appui qu'il nous a prodigué et l'accueil sympathique et cordial qu'il nous a toujours réservé.

Notre vieil ami, M. ABRIAL, Conservateur des collections de botanique et de matière médicale, dont le dévouement nous a toujours été acquis depuis le temps où, préparateur du regretté Professeur BRETIN, nous collaborions ensemble, ne nous a pas marchandé son concours. Nous lui renouvelons ici nos vifs remerciements et l'assurons de notre inaltérable amitié.

Nos remerciements vont aussi au Directeur technique de la Compagnie fermière des eaux de Vichy, M. BRIAN, qui nous a permis de faire, aux sources du domaine de l'Etat, toutes les recherches nécessitées par notre travail.

INTRODUCTION

Depuis très longtemps de nombreux savants se sont préoccupés des matières organiques que l'on trouve dans les eaux minérales. La question des micro-organismes en particulier n'avait pas échappé à cette pléiade de chercheurs: ces êtres étaient considérés par eux comme des plantes ou des animaux et leur ensemble était qualifié de *végéto-animal*.

Le Docteur Charles PETIT, dans son intéressante brochure parue en 1855, « *De la Matière Organique des eaux minérales de Vichy* », nous montre les connaissances scientifiques que l'on avait à ce moment sur cette matière organique. Dans ce travail il n'est pas question des Sources d'eaux chaudes du Dôme, appartenant en ce moment à la Société fermière des eaux thermales du bassin de Vichy et dont les forages datent de 1898 et de 1900.

En 1855 on connaissait quelques espèces d'algues se développant dans les eaux de Vichy. Ch. PETIT nous dit que toutes les eaux salées, douces, minérales, chaudes, tièdes ou froides contiennent une matière organique ; lorsque ces eaux sont exposées pendant un certain temps à l'air et à la lumière, et qu'elles ont subi ainsi l'influence de ces deux principes de vie, une

matière végétative verte se développe dont l'espèce varie suivant la nature de l'eau. Les eaux de toutes les sources thermales de Vichy sont limpides et incolores lorsqu'elles sortent de terre, mais si elles restent exposées à l'air et à la lumière, on voit s'y produire, après 24 ou 36 heures, des filaments légèrement nuancés de vert, qui bientôt se réunissent pour former des pellicules, puis de véritables flocons d'un vert olivâtre.

La production de cette manière n'avait pas échappé à LONGCHAMP, lorsqu'il fut chargé en 1824 de l'analyse des eaux de Vichy. Mais il ne fit pas un examen sérieux de cette matière organique, il se borna à la désigner, sans en donner la raison, sous le nom de *végéto-animale*; puis il signala qu'une matière semblable existe dans toutes les eaux thermales.

VAUQUELIN a étudié la composition chimique de cette matière organique, et ses recherches ont été l'objet d'un Mémoire lu à l'Académie des Sciences en novembre 1824, lequel a été publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* en 1825, tome XXVIII.

Cet auteur fut frappé d'un phénomène d'optique assez curieux qui s'observait dans la partie liquide qui recouvrait la matière verte.

Cette partie liquide était verte par transparence et rouge pourpre par réflexion. Ce phénomène d'optique lui parut être expliqué par la présence d'une matière bleue et d'une matière jaune. Cette matière serait composée de trois variétés de substances : l'une bleue qui est coagulée par la chaleur, les acides, etc.; l'autre jaune, se dissolvant dans l'eau bouillante, pré-

cipitant par l'alcool et l'infusion de noix de galles ; la troisième se distingue des deux premières en ce qu'elle n'est pas précipitée par la chaleur, par les acides ni même par l'alcool, mais qu'elle l'est par le principe astringent.

Le Docteur PETIT, vers 1837, a examiné ces matières au microscope, dans l'eau sortant de la source, avec le Docteur FONTAN; ces savants ont remarqué très distinctement des mouvements spontanés, ondulatoires, reptiformes, plus ou moins allongés et suivis de rétractions, ce qui leur fit croire qu'ils avaient sous les yeux des Oscillaires.

Le Docteur PETIT recueillit cette matière verte et en confia l'étude à Jules HAIME. Ce jeune naturaliste examina avec beaucoup de soin cette matière: d'après lui, cette coloration verte était due à la présence, dans l'eau, d'une algue appartenant au genre *Ulothrix* de Kützing, espèce intermédiaire entre l'*Ulothrix oscillarina*, qui habite les eaux douces, et l'*Ulothrix implexa*, qui est marine; il proposa de l'appeler *Ulothrix vichiensis*. A cette algue est associée une Diatomée voisine du *Navicula gracilis* d'Ehrenberg et du *Navicula limosa* de Kützing qu'il proposa d'appeler *Navicula vichiensis*.

On rencontre, dans les eaux où séjournent des substances organiques, des corps alors considérés comme problématiques, des Bactérium et des Vibrions. Les deux espèces que l'on trouve dans les eaux de Vichy sont : le *Bactérium termo* de Dujardin et le *Vibrio lineola*, qui existe partout, même dans la matière pulpeuse qui s'amasse entre les dents.

HAIME a exposé à l'air libre et à la lumière, pendant plusieurs mois, des flacons pleins d'eau minérale, de plusieurs sources. Cette eau s'est altérée, et elle est devenue fétide; la matière verte qu'elle contenait s'est décomposée après avoir passé successivement par diverses nuances bleues, jaunâtres, purpurines..., mais sans développement d'infusoires.

Nous avons constaté les mêmes phénomènes sur les échantillons que nous avons prélevés dans les trois sources du Dôme, à Vichy.

Pour le Docteur PETIT, une question se présente naturellement: d'où proviennent les germes qui donnent naissance à ces algues. Viennent-ils du sein de la terre, sont-ils apportés par l'atmosphère, ou bien sont-ils dans l'eau minérale avant son arrivée à la surface de la terre ?

HAIME dit avec raison que les eaux d'infiltration arrivent jusqu'aux nappes d'eaux minérales et que les germes pourraient être charriés par ces eaux ; ou bien encore, qu'ils sont transportés par les vents sur les sources. Il signale ensuite que certains germes de champignons et d'algues peuvent supporter une certaine température sans être tués et que les germes transportés par les eaux d'infiltration peuvent subir différentes températures au contact des eaux chaudes minérales du bassin de Vichy et végéter ensuite à la lumière et à l'air.

Le Docteur PETIT a fait quelques expériences pour savoir si les eaux sont polluées par ces algues, avant ou après leur sortie de la source. Ces recherches lui ont donné les résultats suivants:

1° Les eaux prises avant leur sortie à la surface du sol, ou même à leur sortie, mais avant qu'elles aient subi l'action de la lumière, comme c'était le cas pour la source des Célestins, donnent à l'analyse microscopique moins de globules que celles prélevées dans les bassins éclairés, quelques heures après leur sortie.

2° La coloration de plus en plus verdâtre que ces globules paraissent acquérir lorsqu'on les examine plus près de la surface des bassins, là où ils reçoivent les rayons solaires, fait prévoir que la matière verte pourrait provenir des globules de la matière organique latente.

Pour accepter cette hypothèse, telle qu'elle est exposée par son auteur, il faudrait admettre la génération spontanée, niée maintenant par tous les savants.

Mais les spores peuvent être entraînées par les eaux d'infiltration ou transportées par le vent. On sait d'autre part que la flore algologique varie avec la température.

Le rôle de la matière organique des eaux minérales au point de vue thérapeutique a été très peu étudié.

VAUQUELIN, après avoir fait l'examen chimique de la matière verte produite par les eaux de Vichy et en avoir reconnu la composition, estime que les éléments de cette matière en dissolution dans ces eaux ne devaient pas être sans influence dans l'action qu'elles exercent sur l'économie. Il ajoute : « On conviendra sans doute que les eaux minérales qui contiennent de pareilles substances ne sont pas faciles à imiter, et quand on entend dire qu'en ce genre, l'art est l'émule parfait de la nature, on est tenté de rire de pitié ».

Les recherches que nous avons faites dans les sources chaudes du Dôme ou groupe hyperthermal de Vichy, nous ont permis d'étudier non plus deux espèces, mais un grand nombre.

Nous y avons trouvé 3 espèces de Chlorophycées, 16 espèces de Cyanophycées et 13 espèces de Diatomées.

Comme on le voit, ce sont les Cyanophycées qui sont les plus nombreuses et ce sont elles qui donnent aux parois des vasques une coloration d'un beau vert-éru-gineux.

Ces algues mises dans des bocaux ont donné, au bout de quelques jours, un liquide rouge brique et d'une odeur très fétide. Ce n'est donc pas à l'*Ulothrix* seul que sont dues l'odeur fétide et les colorations du liquide constatées par HAIME mais surtout aux nombreuses et abondantes Cyanophycées que l'on y rencontre.

Nous ne pouvons examiner en détail tous les faits rapportés dans ce court exposé historique. Nous nous bornerons, dans ce travail, à l'étude systématique de la végétation algale des sources du groupe hyperthermal de Vichy. Nous le ferons en quatre chapitres:

CHAPITRE I. — *Origine de la population algale des eaux thermales en général.*

CHAPITRE II. — *Généralités sur les algues.*

CHAPITRE III. — *Les algues des eaux du groupe hyperthermal de Vichy.*

CHAPITRE IV. — *Ulothrix vichiensis et Navicula vichiensis.*

CHAPITRE PREMIER

ORIGINE DE LA POPULATION ALGALE DES EAUX THERMALES

Cette question n'est pas encore définitivement résolue parce que :

a) on n'a pas fait assez d'observations précises *in situ*.

b) ni assez d'expériences méthodiques, de longue durée et d'une certaine ampleur.

A priori, deux hypothèses seulement peuvent être envisagées :

1° Les algues des eaux thermales sont amenées des profondeurs du sol par l'eau elle-même dans laquelle elles préexisteraient sous une forme ou sous une autre.

2° Elles sont amenées d'un voisinage plus ou moins lointain.

La première hypothèse ne peut actuellement être soutenue sérieusement par quiconque connaît les lois les plus élémentaires de la Biologie. Au lieu de faire avancer la solution du problème elle la retarderait. Car, enfin, il faudrait bien expliquer cette prétendue préexistence. Au fond, cette hypothèse est purement

gratuite, elle ne mérite par là même aucune prise en considération.

Donc, la seconde hypothèse seule est acceptable. Mais comment expliquer cet envahissement des eaux thermales par des algues étrangères.

Certains auteurs, partant de ce fait que la population algale des thermes est à peu près partout la même, voient dans ces algues, des « reliques », des formes anciennes qui ont persisté dans ce milieu, au cours des périodes géologiques.

Cette explication, elle non plus, n'en est pas une ; car à quel titre qualifier ces algues de « reliques » ? Il faudrait pouvoir les comparer à des Cyanophycées fossiles. On en connaît si peu (si on en connaît vraiment) et on les connaît si mal ! Les échantillons de ces prétendues algues qui ont été soumis à l'Abbé FRÉMY, l'éminent spécialiste des algues bleues, l'ont laissé fort perplexe et il n'a jamais pu dire, s'il avait vraiment devant lui une Cyanophycée ; il pensait même le contraire.

Et, même si ces algues étaient des « reliques », le problème n'en serait pas avancé, mais seulement reculé dans un lointain passé, ce qui n'en faciliterait pas la solution. Car la question revient absolument la même : comment la population algale que nous trouvons actuellement dans les eaux thermales s'est-elle établie dans ces eaux ?

Une seule réponse paraît admissible : **par adaptation progressive d'algues vivant dans un milieu froid au milieu chaud.**

En faveur de cette réponse on a des observations et quelques expériences :

1° Toutes les espèces d'eaux chaudes se retrouvent plus ou moins fréquemment dans les eaux froides. Le *Mastigocladus laminosus* lui-même a été signalé 3 ou 4 fois dans des eaux non thermales. M. l'Abbé FRÉMY (fait inédit) l'a trouvé bien caractérisé dans une mare peu profonde des Landes de Lessay (Manche).

2° Nombre d'espèces (surtout des Cyanophycées) d'eaux froides ont pu être cultivées dans de l'eau chaude et inversement (Voir détails donnés à ce sujet par FAMIN dans une thèse récente). Vouk signale aussi le fait pour *Mastigocladus laminosus* qui a vécu un certain temps dans son laboratoire à 18° et 22°, et qu'il a pu ensuite faire végéter à 53°.

M. l'Abbé FRÉMY à ce sujet nous a fait part d'une observation personnelle inédite qu'il nous autorise à citer :

« Il y a une dizaine d'années au moins, j'avais reçu du Docteur DES CILLEULS ⁽¹⁾ deux tubes d'algues des eaux thermales de Nérès-les-Bains, pour les déterminer. Après examen, j'avais laissé les tubes sur ma table, après avoir mis un peu de formol dans l'un, rien dans l'autre. Trois ou quatre ans plus tard, voulant faire de l'ordre, je me disposais à jeter le contenu de ces tubes. Quelle ne fut pas ma surprise de voir que le tube non formolé contenait une algue d'un beau vert-érugineux, végétant vigoureusement, et que je reconnus être le *Mastigocladus laminosus*, mélangé à quelques *Chroococcus* ! Je possède encore ce tube, je l'ai sous mes yeux en ce moment. Il est presque à sec parce que je n'ai jamais rien remis dedans. Il y a

(1) Médecin militaire, Docteur ès sciences.

cependant, au bas, environ 2 cent. d'eau dans laquelle on voit une masse gélatineuse vert bleuâtre et qui monte le long des parois. En hiver, généralement, cette masse devient jaunâtre, semble morte; elle ne se remet à végéter qu'au printemps. Cette année, elle est restée verte, sans doute parce que j'ai été mieux chauffé. La température moyenne du local est 15° ; cependant elle est parfois beaucoup plus basse, en particulier pendant les vacances de Noël où le local n'est plus chauffé, et même pendant les vacances de Pâques. Il serait intéressant de remettre l'algue à une température progressivement plus élevée ; malheureusement, je manque pour cela du matériel et du temps nécessaires.

« Par des cultures à diverses températures, il serait probablement facile de montrer que plusieurs espèces d'eaux thermales, considérées comme originales, ne sont que des formes d'espèces d'eau douce adaptées au milieu chaud. Ainsi en serait-il sans doute, précisément pour *Mastigocladus laminosus*, plante éminemment polymorphe. J'ai trouvé, en effet, dans l'Herbier Montagne, un *Hapalosiphon laminosus* (= *Mastigocladus* Cohn) sub. nom. *Anabaena Chilensis* Mont., provenant des thermes Del Tora (Chili) et présentant les caractères d'un *Hapalosiphon* typique. (Cette forme a été figurée dans mes *Myxophycées* d'Afrique équatoriale, fig. 356). Entre cette forme et certaines petites formes d'*Hapalosiphon fontinalis* Born., on trouve tous les intermédiaires possibles ». Abbé FRÉMY, *in litt. mihi*.

Il est facile de comprendre comment des algues

d'eaux non thermales peuvent arriver à s'établir dans les eaux thermales. Point n'est besoin de supposer, comme le font gratuitement PETIT et HAIME, que des germes d'algues arrivent par des eaux d'infiltration jusqu'à la nappe d'eau minérale et qu'à la sortie, dans des conditions favorables d'aération et d'éclairement, elles se développent.

Retenons que PETIT et HAIME reconnaissent l'origine étrangère des algues thermales. Que certains germes pénètrent ainsi, véhiculés par les eaux d'infiltration, la chose est possible, mais le plus souvent le mécanisme de l'envahissement doit être plus simple.

Le voisinage des eaux thermales présente ordinairement un milieu très favorable au développement d'un grand nombre d'algues. J. BOYE-PETERSEN a, dans ses stations, signalé en Islande une végétation algale très vigoureuse, même à des températures déjà assez élevées :

Sur des rochers humides, au bord d'une source de température 28°, se développaient abondamment : *Oscillatoria tenuis* et quantité de Diatomées, parmi lesquelles : *Achnanthes lanceolata* Bréb., *Navicula cryptocephala* Kütz., var. *veneta* Kütz., *Navicula thermicola* B. Pet., *Navicula mesolepta* Ehr. var. *stauro-neiformis* Grun., *Navicula subcapitata* Greg.

Sur le sol, non loin d'une source à 54°, vivait, en grande quantité, *Cylindrospermum muscicola* Kütz. avec des Diatomées.

En un autre point, dans les mêmes conditions, il a vu *Schizothrix Friesii* Gom. (qui est une espèce subaérienne) avec des Diatomées dont la plus com-

mune était *Navicula fasciata*. Aux bords des sources à 100°, dans lesquelles il n'y avait aucune algue, croissaient plusieurs Cyanophycées : *Mastigocladus laminosus* forme *typica*, *Phormidium Treleasei* J. Boye-Pet., *Calothrix thermalis* Hansg., et même *Symploca muscorum* Gom. (qui est une espèce subaérienne ou d'eau froide).

Dans les stations de ce genre, quand un groupe d'algues existe dans la source chaude, il y a évidemment une émigration de certaines espèces vers le dehors, en même temps qu'une immigration du dehors vers la source. Mais on voit (et les stations très chaudes, où il n'y a pas d'algues dans la source, sont à ce point de vue très instructives) que la marche des algues du dehors vers la source est fortement prédominante.

Ces algues peuvent y arriver de bien des façons :

1° D'abord à l'état de végétation active (sur le sol plus ou moins avoisinant ou dans les eaux froides plus ou moins distantes).

2° A l'état de cellules isolées : kystes, spores, hynocystes, qui peuvent être amenés par le vent, les cours d'eau, les animaux et particulièrement les oiseaux aquatiques qui viennent se poser au voisinage plus ou moins immédiat.

On sait très bien que plusieurs de ces organes sont particulièrement résistants.

Dans un Mémoire fort remarquable pour l'époque, THURET signalait qu'il avait pu obtenir la germination de spores de *Cylindrospermum licheniforme* Kütz., conservées en herbier depuis 9 ans. VOUK signale des observations du même genre faites sur d'autres Cyanophycées, mais au bout d'un temps plus court.

Arrivées à l'eau chaude sous une forme ou sous une autre, les diverses algues peuvent subir un double sort : un grand nombre d'espèces ne peuvent pas s'adapter, elles périssent ; les autres, qui sont certainement le tout petit nombre, s'adaptent plus ou moins lentement.

Evidemment, avec le temps cette adaptation devient de plus en plus prononcée, si bien que l'espèce semble se trouver dans son milieu naturel.

Et c'est ce qui explique que, dans ses grandes lignes, la population algale des eaux thermales soit sensiblement la même dans toutes les contrées du globe (en tenant compte cependant des modifications particulières apportées par la température, la composition chimique de l'eau et son pH).

En résumé :

La population algale des eaux thermales ne **peut être considérée comme autochthone. Elle est donc allochthone.**

Elle semble provenir de l'envahissement des eaux chaudes par des algues des eaux froides, dont un petit nombre seulement peuvent s'adapter à ce nouveau milieu.

Pourquoi pas toutes ? C'est là un des mystères de la vie.

CHAPITRE II

GÉNÉRALITÉS SUR LES ALGUES

Les algues peuvent être brièvement définies : *des Thallophytes à pigment assimilateur.*

Ce pigment est la chlorophylle. Chez certaines algues elle existe seule. Mais chez d'autres, à la Chlorophylle est associé un autre pigment : rouge (Phycérythrine), brun (Phéophycine ou fucoxanthine), bleu (Phycocyanine), jaune (Xanthophylle et Carotène).

L'importance de ces deux derniers n'a été signalée que ces dernières années.

Les grandes lignes de la classification des algues ont été longtemps fondées avant tout sur la nature de leurs pigments, d'où 4 grandes classes :

- 1° Algues vertes ou CHLOROPHYCÉES ;
- 2° Algues rouges ou RHODOPHYCÉES ou FLORIDÉES ;
- 3° Algues brunes ou PHÉOPHYCÉES ;
- 4° Algues bleues ou CYANOPHYCÉES.

Pour les algues à pigment jaune, ALLORGE a récemment proposé le nom XANTHOPHYCÉES.

Ces grandes divisions sont encore conservées. Toutes les algues cependant ne peuvent entrer facilement dans ce cadre général.

Tout d'abord, à la base, se trouvent des organismes possédant en permanence l'état flagellé et que pour cette raison on nomme FLAGELLÉES. Elles présentent deux caractères principaux :

a) Elles sont inséparables des Flagellées incolores ou Protozoaires ;

b) Mais elles ont des chromatophores, c'est-à-dire des corps chargés de pigment assimilateur.

Cette classe est fort hétérogène.

Des Chlorophycées proprement dites on a dû séparer, à cause de leur organisation très particulière et de leur mode de reproduction qui les rapproche des Muscinées, les CHAROPHYCÉES, dont les principaux représentants sont les *Chara* et les *Nitella*.

De même, à cause de leur pigment jaune on a détaché des Chlorophycées, les XANTHOPHYCÉES (Hétérokontées des anciens auteurs). Un autre caractère assez constant de ce groupe est l'existence, comme organes reproducteurs, de zoospores à 2 cils inégaux.

Au point de vue morphologique, cette classe est également assez hétérogène.

Bien que possédant un pigment brun, on a dû séparer des Phéophycées, les DIATOMACÉES ou BACILLARIOPHYCÉES, à cause de leur organisation tout à fait particulière.

D'après ces faits on peut distribuer les algues en 8 classes principales :

1° FLAGELLÉES ;

2° CHLOROPHYCÉES proprement dites ;

3° CHAROPHYCÉES ;

- 4° XANTHOPHYCÉES ;
- 5° PHÉOPHYCÉES proprement dites ;
- 6° BACILLARIOPHYCÉES (DIATOMACÉES) ;
- 7° RHODOPHYCÉES ou FLORIDÉES ;
- 8° CYANOPHYCÉES (=MYXOPHYCÉES).

On ne connaît pas de Phéophycées proprement dites (ces algues sont d'ailleurs très rares dans les eaux douces), ni de Rhodophycées dans les eaux thermales.

Les Flagellophycées de ces eaux ont été très peu étudiées.

On y a trouvé quelques Charophycées et Xanthophycées.

Quant à la flore algale des hyperthermes de Vichy, telle que nous allons l'exposer, elle ne comprend que des :

- A. CHLOROPHYCÉES proprement dites ;
- B. BACILLARIOPHYCÉES ou DIATOMACÉES ;
- C. CYANOPHYCÉES.

Aussi donnerons-nous quelques détails sur ces trois classes.

A. — CLASSE DES CHLOROPHYCEES

Ces algues n'ont pour pigment que la seule chlorophylle. Elles présentent de nombreux types d'organisation qu'on peut avec P. DANGEARD (Traité d'Algologie, 1933) ramener à 6 principaux :

VOLVOCALES. — Type flagellé (indépendant des Flagellées incolores) prédominant; algues unicellulaires ou en colonies comme les **Tétrasporeacées** qui peuvent y être rattachées.

PROTOCOCCALES. — Type non flagellé, algues unicellulaires, immobiles.

ULOTHRICALES. — Type filamenteux cloisonné ou en lames ; cellules uninucléées.

SIPHONOCCLADALES. — Type filamenteux, cloisonné, souvent plus ou moins ramifié. Cellules souvent bi-pluri-nucléées.

SIPHONALES. — Thalle continu, non cloisonné.

CONJUGALES. — Reproduction par conjugaison, pas de zoospores. Algues filamenteuses (*Spirogyra* et *Zygnema*) ou unicellulaires (Desmidiées).

Deux groupes de Chlorophycées sont représentés dans la flore algale des hyperthermes de Vichy :

I. ULOTHRICALES ;

II. SIPHONOCCLADALES.

I. ULOTHRICALES

Groupe assez disparate ; deux caractères principaux :

a) Possède des zoospores ciliées et des gamètes (cellules sexuées) ciliés, à cils inégaux, au nombre de 2 ou 4, rarement plus nombreux.

b) Cellules uninucléées, à chromatophore presque toujours pariétal. Thalle filamenteux ou étalé en lame.

La division en familles varie suivant les Auteurs. Les principales sont :

1° LES CHAETOPHORACÉES.

Thalle filamenteux, rameux, à rameaux terminés en poil.

2° LES ULVACÉES.

Thalle en lame.

3° LES ULOTHRICACÉES.

Thalle filamenteux, non rameux; isogame, haploïde (c'est-à-dire à nombre de chromosomes des gamètes, moitié moindre que celui des cellules végétatives).

Les principaux genres de cette famille sont :

ULOTHRIX Kütz.,

HORMIDIUM Klebs,

URONEMA Lagerheim.

II. SIPHONOCCLADALES

Thalle filamenteux, cloisonné, formé d'articles souvent plurinucléés.

Plusieurs familles ; la seule ayant des représentants dans les eaux douces de nos contrées est celle des *Cladophoracées*, dont les principaux genres sont :

CLADOPHORA Kütz;

RHIZOCLONIUM Kütz.

B. — CLASSE DES BACILLARIOPHYCEES OU DIATOMACEES

I. ORGANISATION GENERALE

Algues ordinairement microscopiques, à chromatophore jaune-brun, vivant le plus souvent à l'état de cellules isolées renfermées dans une carapace siliceuse appelée frustule. (La structure de celle-ci est le principal élément caractérisant les genres et les espèces).

La carapace est formée de deux valves qui s'emboîtent l'une dans l'autre : a) l'une une sorte de boîte

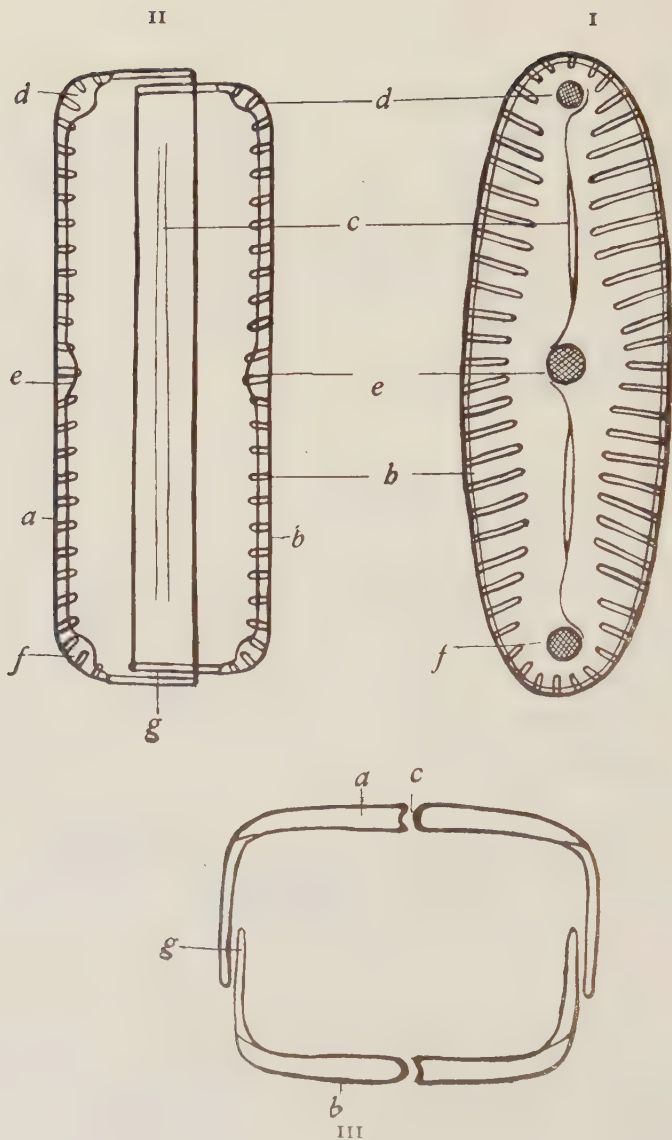


FIGURE 1. — Valvès d'une Diatomée courte.

I. Vue connective ; II. Vue valvairè ; III. Coupe transversale.
 a) Epivalve ; b) hypovalve ; c) raphé ; d) nodule terminal ;
 e) nodule médian ; f) nodule terminal ; g) bandes connectives ;
 h) stries.

ou *hypovalve*; b) l'autre une sorte de couvercle ou *épivalve*.

II. VALVES DES DIATOMÉES

Pour bien concevoir la disposition des valves, 3 figures sont nécessaires :

1° Une figure valvaire qui montre la valve vue de face ;

2° Une figure connective qui montre les valves de profil ;

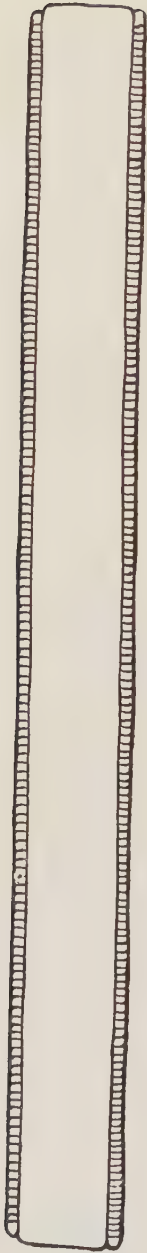
3° Une figure en coupe transversale.

La figure valvaire (Fig. 1, I) est symétrique par rapport à un axe longitudinal médian; deux *nodules* terminaux (n. t.) et un nodule central (n. c.) apparaissent réunis par une ligne un peu sinueuse nommée *raphé* (r.).

Sur la vue connective (Fig. 1, II) on voit que les 2 valves sont réunies entre elles par 2 régions qui s'appliquent l'une contre l'autre : les *bandes connectives* (g); ces bandes soudées l'une à l'épivalve, l'autre à l'hypovalve, constituent par leur ensemble la *ceinture connective*. Les nodules qu'on voit alors en coupe apparaissent comme des épaisissements de la paroi valvaire.

Les valves sont ornementées; sur chacune, il y a des lignes plus ou moins parallèles disposées côte à côte (Fig. 1, h). Ces lignes sont ordinairement très délicates.

Pour bien comprendre ce que représente le raphé (c), il faut examiner une coupe transversale (Fig. 1,



1



2

FIGURE 2.

Valves d'une Diatomée.

1. Vue connective.

2. Vue valvaire.

III). Le raphé y apparaît comme une fente complète de la carapace, fente qui, au moins à certains niveaux, met le protoplasma en communication avec l'extérieur.

En outre, chez beaucoup de Diatomées, la carapace est percée de pores. Chez d'autres surtout chez les formes allongées la carapace porte 2 séries de stries parallèles séparées par une aire linéaire lisse qu'on appelle *pseudo-raphé*. Il n'y a pas alors de fente comme pour un vrai raphé (Fig. 2).

Autre modification : le nodule médian peut s'élargir considérablement de façon à s'étendre latéralement sur toute une partie de la valve ; on a alors un *Stauros*. On aurait un *Pseudo-Stauros* par l'absence de stries dans la partie médiane, sans élargissement du nodule médian.

Les valves peuvent avoir des formes extrêmement variables. Leurs extrémités peuvent être aiguës, acuminées, rostrées, etc., leurs bords peuvent porter des expansions latérales appelées *ailes*, quand celles-ci sont fortement saillantes, on les appelle des *carènes*.

En tout cas, les valves peuvent se ramener à deux grands types principaux :

a. — Les PENNÉES plus ou moins allongées, symétriques par rapport à un plan sagittal passant par le raphé ou le pseudo-raphé.

b. — Les CENTRIQUES, symétriques par rapport à un axe central. Vue de face, la valve est plus ou moins circulaire et l'ornementation se compose fréquemment de stries ou de granulations radiant.

III. CELLULE DES DIATOMÉES

Elle comprend, dans le protoplasma, deux chromatophores bruns, en forme de bandes allongées dans le sens de la longueur de la cellule; un noyau central avec nucléole bien visible. Deux grandes vacuoles principales sont disposées à peu près symétrique-

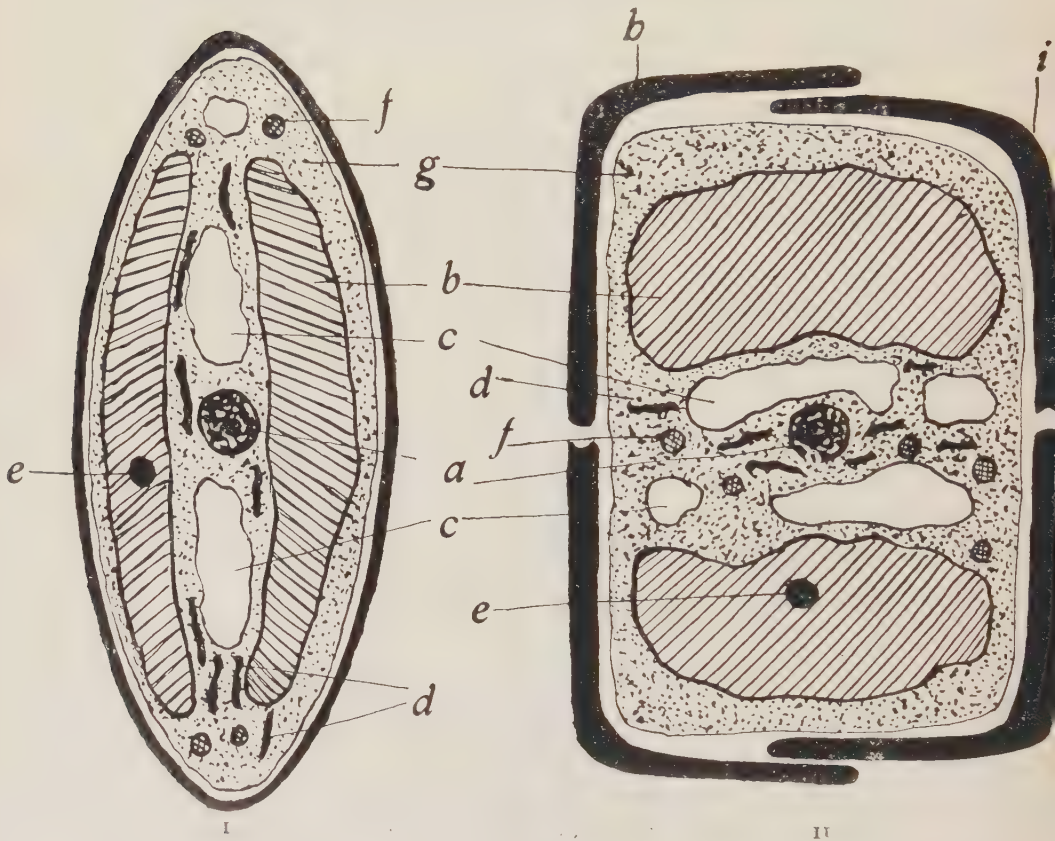


FIGURE 3. — Structure de la Cellule des Diatomées.

I. Vue valvaire. — II. Coupe transversale.

a) Noyau avec son nucléole; b) chromatophore; c) vacuole; d) chondriosomes; e) pyrénioïde; f) gouttelette d'huile; g) protoplasma; h) épivalve; i) hypovalve.

ment par rapport au noyau. Les enclaves du protoplasma sont surtout des gouttelettes de corps gras. L'amidon manque. Dans les chromatophores peuvent exister un ou deux pyrénoides (Fig. 3).

Les chromatophores (endochrome), au lieu d'être rubanés ou discoïdes, peuvent être plus ou moins découpés, ou même ramifiés.

La structure fine du protoplasma est encore peu connue. GUILLERMOND (Traité de cytologie végétale, 1933) y signale des bâtonnets de nature protoplasmique plus ou moins irréguliers, appelés chondriosomes ou chondriocontes.

IV. MULTIPLICATION DES DIATOMÉES

La multiplication de ces végétaux se fait de 3 façons :

- a. Par SCISSIPARITÉ ;
- b. Par AUXOSPORULATION ;
- c. Par MICROSPORULATION.

a). Multiplication par scissiparité.

Quand la Diatomée est suffisamment développée, les 2 valves s'écartent, puis la division de la cellule commence par un étranglement dans le protoplasma. Par caryokinèse, le noyau se divise aussi en deux. Une séparation apparaît ensuite entre les deux moitiés de la cellule primitive qui ont chacune d'un seul côté, l'une des valves primitives. Une deuxième valve apparaît ensuite qui est toujours une hypovalve. Il en

résulte que, des deux cellules formées, l'une est toujours plus petite que l'autre, que l'hypovalve est toujours plus jeune que l'épivalve et elle pourra donc, au début, être moins ornée que l'épivalve (Fig. 4).

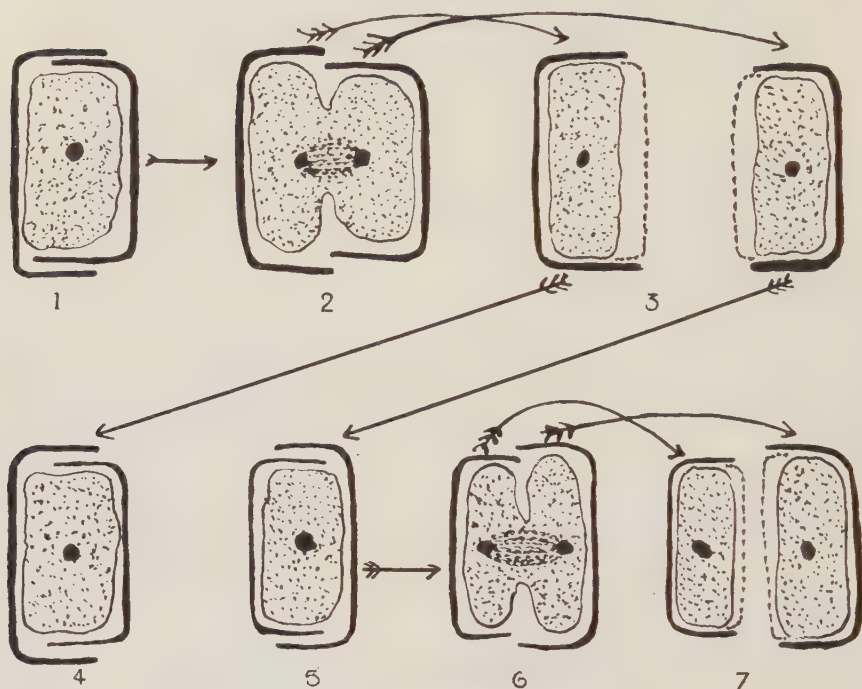


FIGURE 4. — Stades de la multiplication par scissiparité d'une Diatomée. Section transversale (schéma).

b). Multiplication par auxosporulation.

Les divisions successives trop répétées produisant une réduction marquée d'un des individus en produiraient la dégénérescence. Celle-ci est évitée par la formation d'*auxospores*.

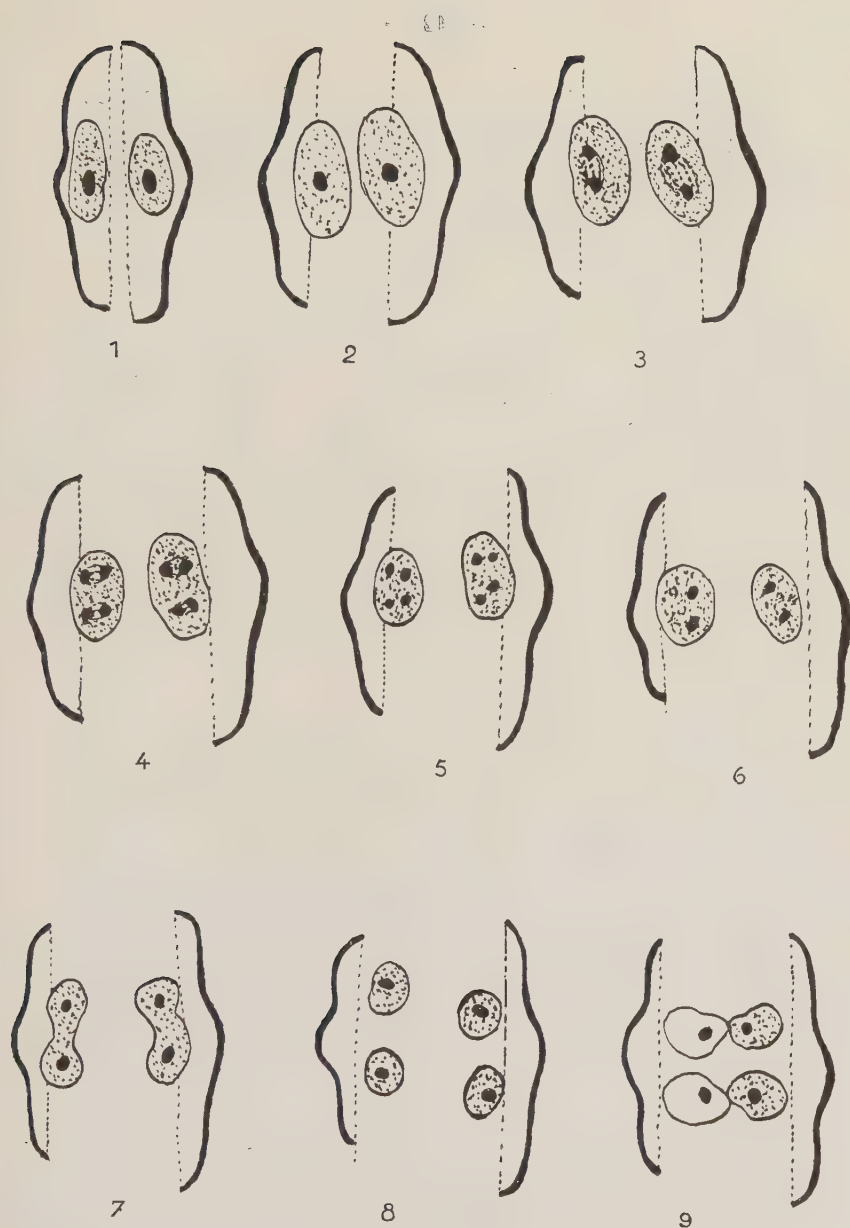


FIGURE 5. — Schéma des stades de l'Auxosporulation chez une Diatomée pennée, isogame (*Rhopalodia*).

(Les 2 Diatomées entre lesquelles s'accomplit le phénomène sont figurées en coupe longitudinale parallèle à la face valvaire et passant par le raphé).

L'auxosporulation consiste essentiellement en ce que le protoplasma abandonne l'ancienne carapace, devenue trop petite, s'accroît rapidement et s'entoure d'une carapace plus grande.

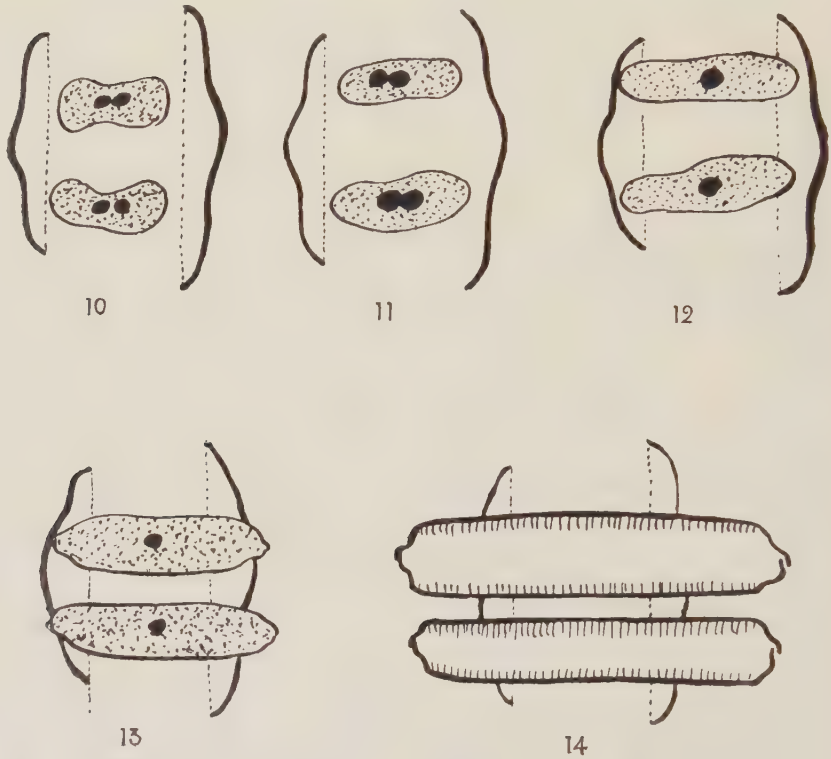


FIGURE 6. — Auxosporulation des Diatomées pennées (suite).

Ce phénomène se produiï chez les Diatomées pennées et chez les Diatomées centriques ; seulement, chez les premières, elle est précédée d'un acte sexuel, d'une véritable conjugaison. Deux Diatomées légèrement inégales s'accolent et se réunissent dans une

gelée commune; les valves se déboitent en même temps que les masses protoplasmiques sortent des carapaces et deviennent libres. Dans chacune de ces masses, deux divisions nucléaires interviennent, d'où résultent quatre noyaux sexuels de chaque côté. Les protoplasmas se divisent alors et il y a ainsi deux gamètes formés de part et d'autre. Les gamètes fusionnent parfois et forment ainsi deux *zygotes* (œufs). Chaque zygote s'accroît beaucoup et s'entoure finalement d'une nouvelle carapace orientée perpendiculairement aux carapaces primitives. C'est ainsi que les choses se passent chez les *Rhopalodia* (Fig. 5 et 6). Il y a réduction chromatique au cours des deux divisions qui précèdent immédiatement la conjugaison.

Ici les deux gamètes sont sensiblement égaux, il y a *isogamie*; dans d'autres cas, les gamètes sont inégalement gros, il y a *hétérogamie*.

Chez les Centriques l'auxosporulation se produit chez des individus de taille moyenne. Elle est toujours un acte *non sexué*. La cellule se divise en deux, les deux demi-cellules ainsi produites s'écartent l'une de l'autre. Chacune s'accroît considérablement en dehors des valves anciennes qui sont abandonnées. Des valves nouvelles sont ensuite sécrétées.

c). Multiplication par microsporulation.

Ce phénomène est observé chez un certain nombre de Centriques. Le contenu cellulaire se fragmente en un certain nombre de masses munies de cils vibratils

(zoospores) qui sortent de la valve, nagent, fusionnent deux à deux et donnent ainsi un nouvel individu.

V. MOUVEMENTS DES DIATOMEES

Beaucoup de Diatomées sont douées de mouvements propres, celles surtout dont les frustules sont allongés en forme de nacelle, comme les *Navicula*. Et ces mouvements sont des mouvements vitaux et non des mouvements physiques comme les mouvements browniens.

1° Examinons au microscope les mouvements des *Navicula*. Elles se dirigent comme de petites nacelles souvent en des sens différents (ce qui prouve que le mouvement n'est pas dû à un courant établi dans le liquide). La translation se fait toujours dans le sens de la longueur du frustule ; souvent, la *Navicula*, après s'être avancée dans une direction s'arrête et repart soit dans le sens contraire, soit dans une direction angulaire à angle plus ou moins ouvert.

2° Les Diatomées associées en filaments, en arborisations ou en éventail, peuvent aussi exécuter des mouvements si leurs frustules deviennent libres. De même les espèces dont les frustules sont enfermés dans un tube gélatineux ; ces frustules se déplacent vers l'extrémité du tube.

Une des espèces les plus célèbres à cet égard est *Nitzschia paradoxa* (Gmel.) Grun. Elle est composée de plusieurs frustules en bâtonnets dispersés paral-

lèlement les uns aux autres pour former une sorte de tablette quadrangulaire. Bientôt, le premier bâtonnet glisse le long du second, parallèlement à sa direction, et s'arrête quand il ne touche plus la tablette, que par une de ses extrémités. Le deuxième, le troisième, le quatrième... imitent à tour de rôle le premier et ainsi de suite, jusqu'à ce que tous les frustules se soient avancés. La tablette entière s'est ainsi avancée de toute sa longueur.

Alors le premier bâtonnet reprend son mouvement, mais en sens inverse, puis les autres font de même. Et le phénomène se reproduit indéfiniment.

Quelle est l'explication de ces singuliers mouvements ? On a fait à ce sujet de nombreuses hypothèses : aucune n'est entièrement satisfaisante.

C. — CLASSE DES CYANOPHYCEES

CARACTERES GENERAUX

Ces algues présentent deux caractères principaux :

1° Elles n'ont pas de chromatophores différenciés. La chlorophylle s'y présente à l'état diffus et elle imprègne la couche pariétale du protoplasma. Elle est associée à la *Phycocyanine*, pigment bleu (qu'on trouve aussi chez certaines Rhodophycées ou Floridées), et parfois aussi, à la *Phycoérythrine*.

2° Elles n'ont pas de noyau différencié, nettement individualisé, ce qui est une exception à peu près unique dans le monde végétal. Elles semblent posséder cependant de la chromatine.

Dans une note récente (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 10 juillet 1933) GUILLIERMOND prétend qu'observées sur le vivant, les cellules des cyanophycées montrent deux parties bien distinctes:

a. une couche corticale d'aspect homogène dans laquelle se trouve le pigment à l'état diffus qui renferme des granulations réfringentes.

b. Un corps central volumineux et incolore, de structure plus ou moins granuleuse et rappelant un peu, dans certaines espèces au moins, l'aspect d'un noyau. Ce corps central est une formation *absolument permanente de la cellule*. Il semble donc difficile de lui refuser la signification d'un noyau; il ne diffère des noyaux typiques que par sa taille beaucoup plus grande et l'absence de membrane le délimitant du cytoplasme.

SYSTEMATIQUE

La systématique des Cyanophycées est très différente suivant les Auteurs. Nous suivrons, dans ses grandes lignes, celle qui a été créée par les grands Maîtres français : THURET, BORNET, et GOMONT.

I. *Un premier groupe*, celui des CHROOCOCCALES, comprend des algues non ou très vaguement filamenteuses, formées de cellules isolées ou groupées en colonies, cellules chez lesquelles (sauf dans le genre *Gomphosphaeria*) on ne peut distinguer une base et un sommet. Les cellules ou les colonies peuvent être entourées de téguments plus ou moins épais, homogènes ou lamelleux. Les colonies peuvent être planes ou

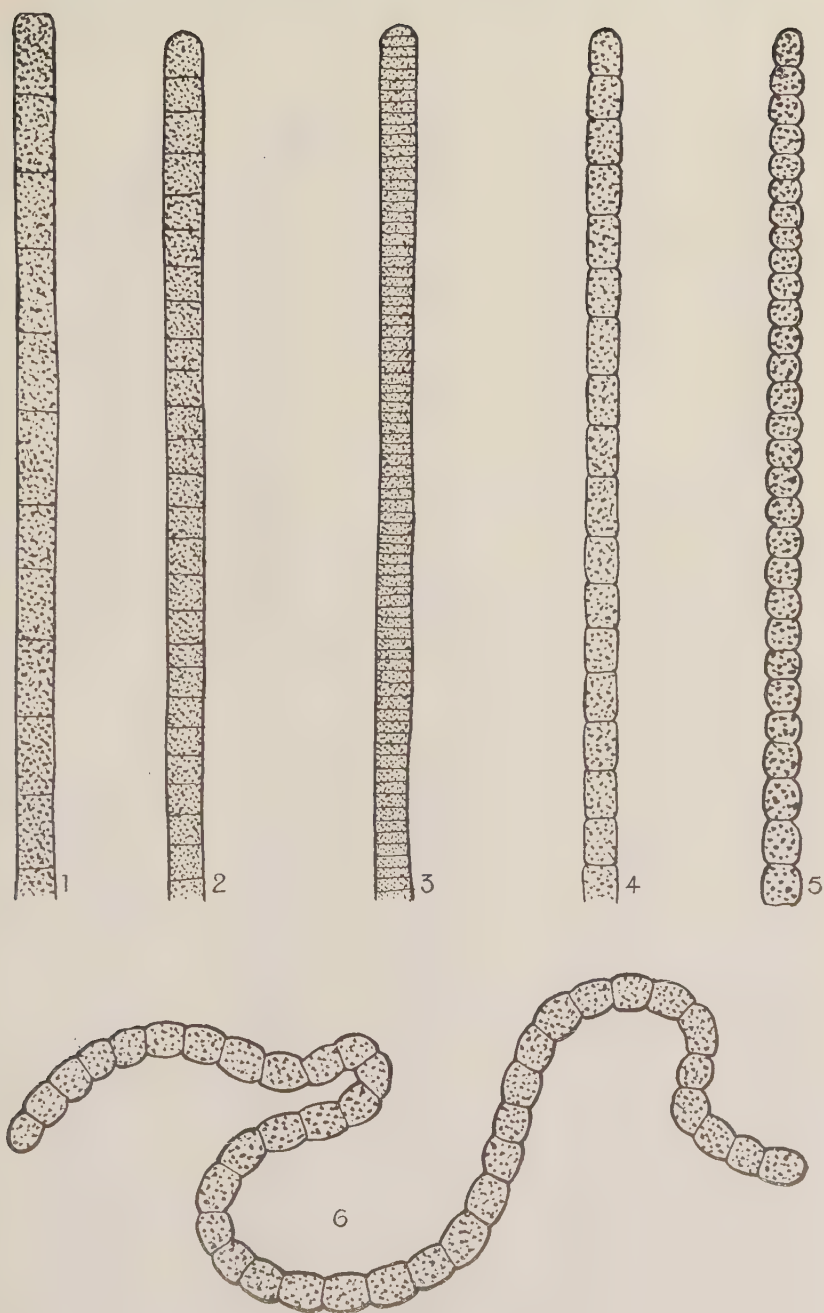


FIGURE 7. Trichomes.

1. Droit, à cellules allongées.
2. Droit, à cellules subcarrées.
3. Droit, à cellules courtes.
4. Droit, toruleux.
5. Droit, moniliformé.
6. Flexueux.

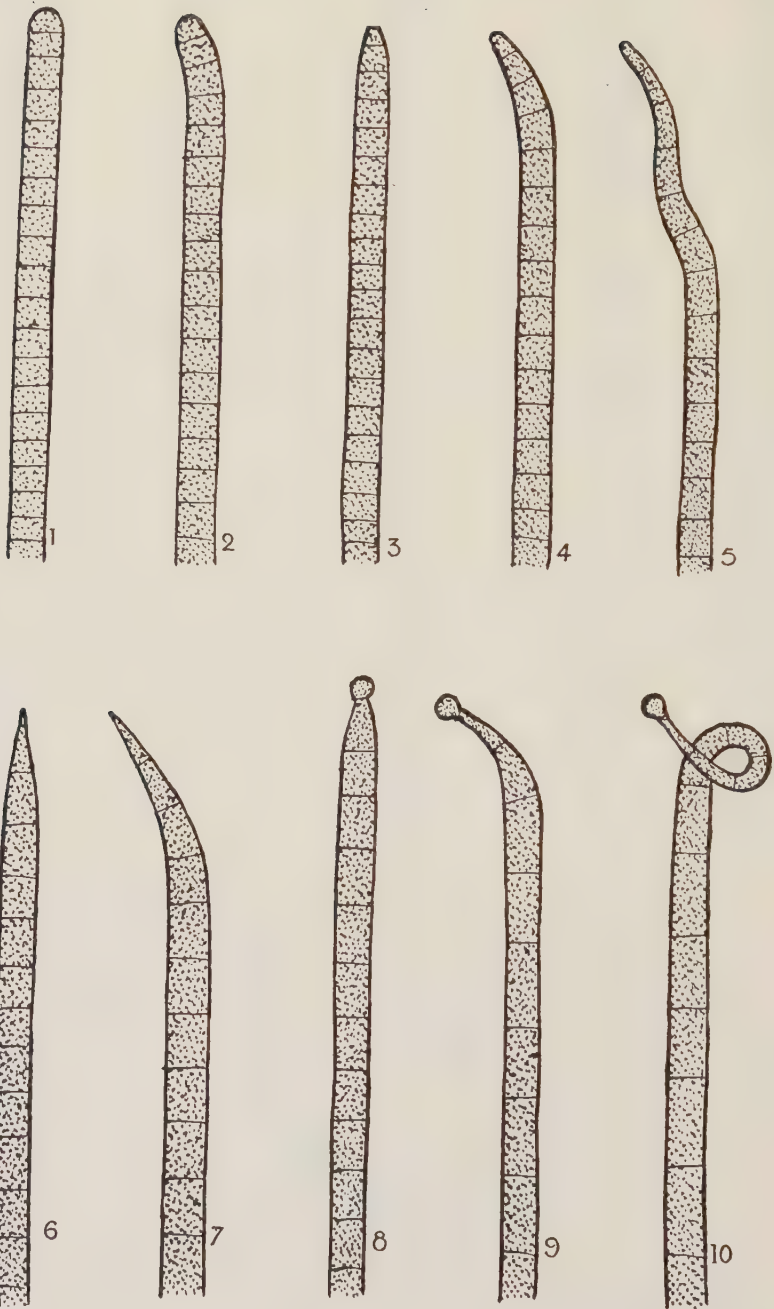


FIGURE 8. — 1, 2, 3. Trichomes à cellules apicales plus ou moins atténuées ; 4, 5, 6, 7. Trichomes à cellules apicales plus ou moins acuminées ; 8, 9, 10. Trichomes à cellules apicales, capitées droites ou plus ou moins courbées.

plus ou moins massives. La multiplication se fait par simple division végétative, il n'y a jamais de spores proprement dites. Les genres les plus importants de ce groupe et qui ont fréquemment des représentants dans les eaux thermales sont :

CHROCOCCUS Nägeli ;

GLOEOCAPSA Kütz ;

GOMPHOSPHAERIA Kütz.

II. *Un deuxième groupe*, est celui des CHAMÉSIPHONALES, groupe assez mal connu. Il comprend des formes unicellulaires et des formes pluricellulaires formant un thalle plan ou massif. Les cellules ont tendance à s'y disposer en files linéaires. Dans ces thalles, on peut distinguer ordinairement une base et un sommet végétatifs. A côté d'une multiplication végétative qui se produit souvent, mais pas toujours, il y a reproduction par *spores* qui se forment dans une cellule restant longtemps close (*endospores*) ou s'ouvrant de très bonne heure (*exospores*).

Deux familles principales :

1° PLEUROCAPSACÉES. — Plantes pluricellulaires, à multiplication végétative, pas d'exospores, endospores fréquentes.

2° DERMOCARPACÉES. — Plantes unicellulaires, sans multiplication végétative, reproduction soit par endospores (*Dermocarpa* Cr.), soit par exospores (*Chamaesiphon* A. Br. et Grun.).

III. *Troisième groupe* : HORMAGONÉALES. — Cellules disposées en files linéaires. Cette file de cellules prend le nom de *trichome* (Fig. 7 et 8). Autour des trichomes peut exister une *gaine* d'épaisseur et de constitution

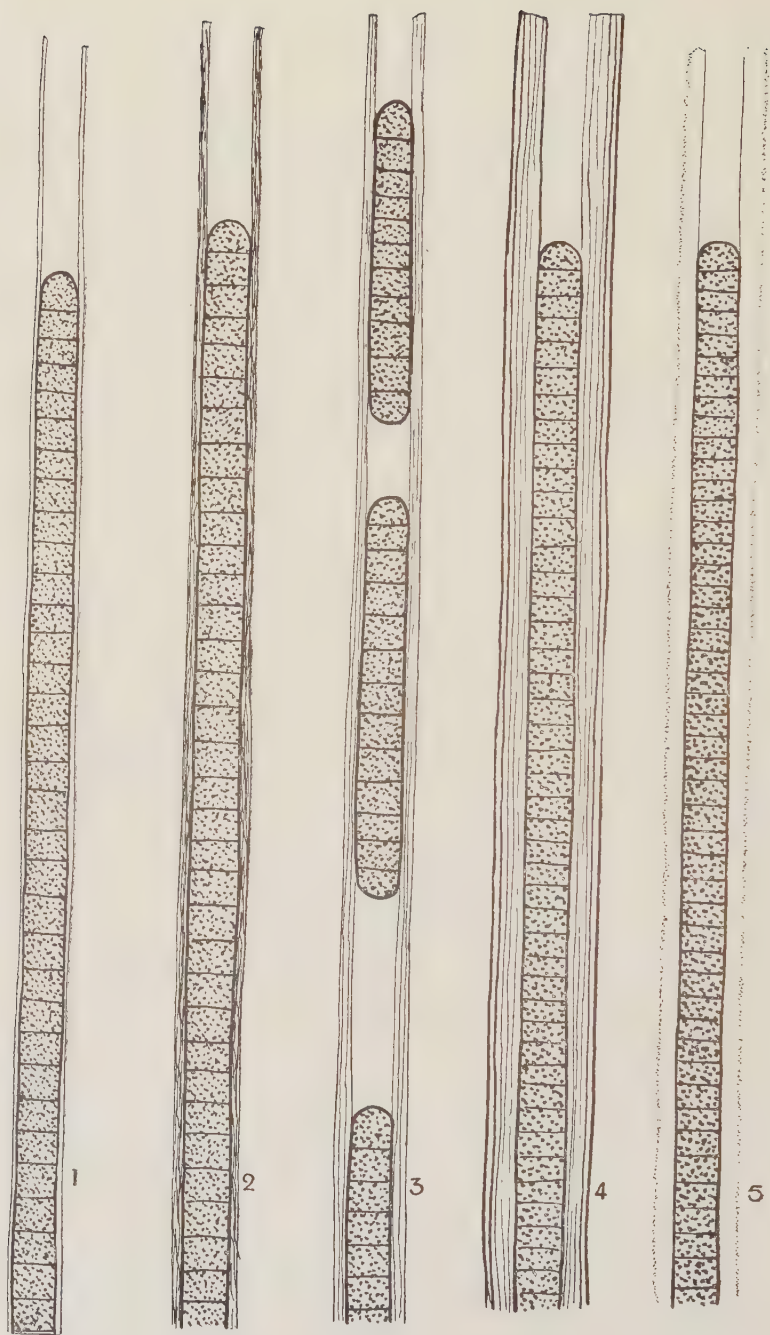


FIGURE 9. — Filaments simples.

- 1) à gaine papyracée ;
- 2) à gaine fibreuse ;
- 3) à trichome discontinu ;
- 4) à gaine lamelleuse, lamelles parallèles ;
- 5) à gaine gélatineuse.



FIGURE 10. — Filaments simples :

6. De Vaginarée (gaine contenant plusieurs trichomes).
7. A gaine lamelleuse, lamelles divergentes.
8. A gaine lamelleuse (lamelles disposées en entonnoirs).

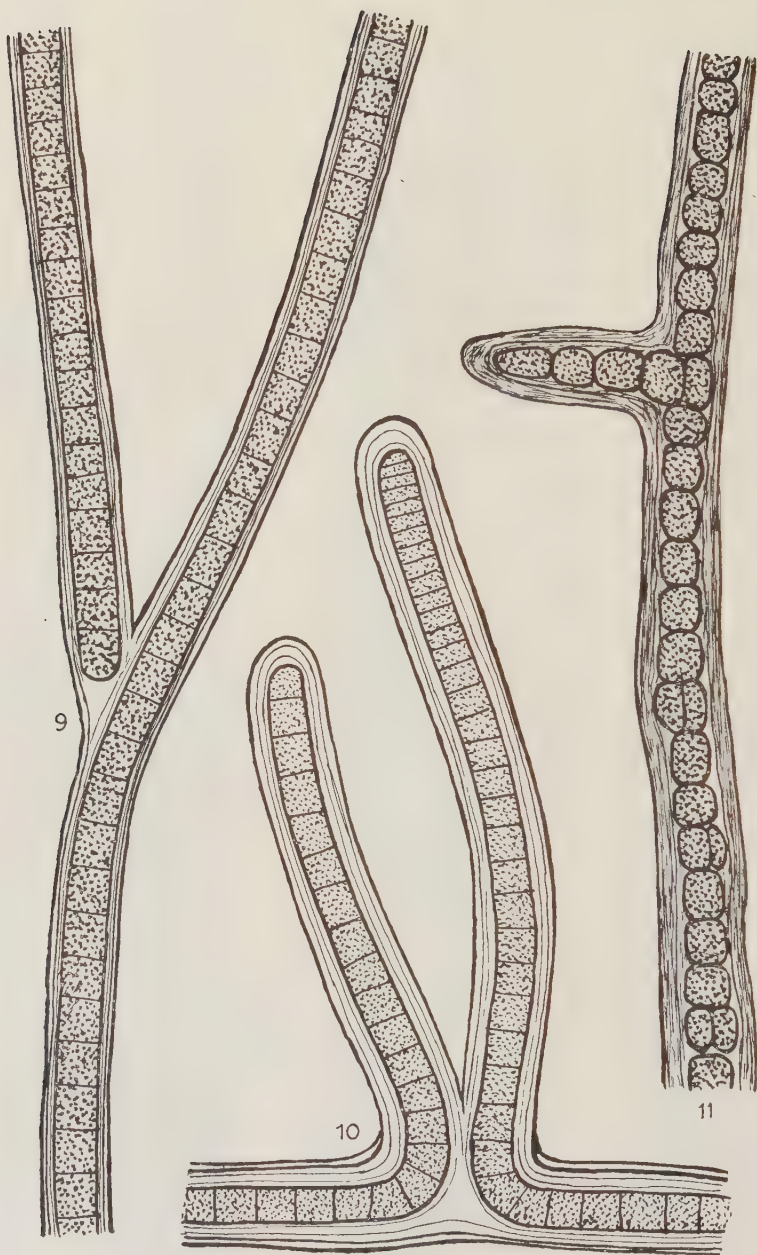


FIGURE 11. — Filaments rameux :

- 9. A fausse ramification, rameaux solitaires.
- 10. A fausse ramification, rameaux gémés.
- 11. A ramification vraie.

variables : cette gaine peut être mince, ou parfois très épaisse, muqueuse ou papyracée, homogène ou lamelleuse. Elle peut être incolore ou colorée. Les couleurs les plus fréquentes sont le jaune et le brun plus ou moins foncé. Parfois aussi elle est rouge, beaucoup plus rarement d'un bleu plus ou moins violacé et très foncé.

Le plus souvent, dans chaque gaine, il n'y a qu'un trichome, mais dans la tribu des VAGINARIÉES, la même gaine peut entourer plusieurs trichomes et même un grand nombre. L'ensemble du trichome (ou des trichomes et de la gaine qui l'entoure — ou les entoure) prend le nom de *filament* (Fig. 9, 10 et 11).

Les trichomes peuvent être formés d'articles (cellules) toutes à peu près de même structure, on a alors la série des HOMOCYSTÉES; ou bien de cellules dont certaines sont nettement dissemblables des autres, on a alors la série des ANHOMOCYSTÉES.

Série 1. — **Homocystées.**

Seules les cellules apicales sont parfois un peu différentes des autres. Ces cellules peuvent être :

- 1° plus ou moins atténuées ou mêmes acuminées;
- 2° capitées;
- 3° droites ou plus ou moins courbées ou uncinées;
- 4° porteuses d'une coiffe, c'est-à-dire d'un épaississement très net et saillant de la membrane supérieure.

La coiffe peut être arrondie ou conique (Fig. 12).

Le trichome peut être continu ou discontinu à l'intérieur de la gaine. Dans ce dernier cas, une rupture s'est produite et une portion du trichome s'est déplacée.



FIGURE 12. — Trichomes terminés par une coiffe :
1, 2, 3. Coiffe plus ou moins arrondie ; 4 et 5. Coiffe plus ou moins conique.

La multiplication se fait par cloisonnement transversal des articles. Certaines portions des trichomes, surtout dans la région apicale, se cloisonnent rapidement et abondamment. Elles se détachent du reste du trichome, continuent de se cloisonner et s'entourent s'il y a lieu d'une gaine. On les appelle des *Hormogones* (Fig. 13). Ce sont les principaux organes de

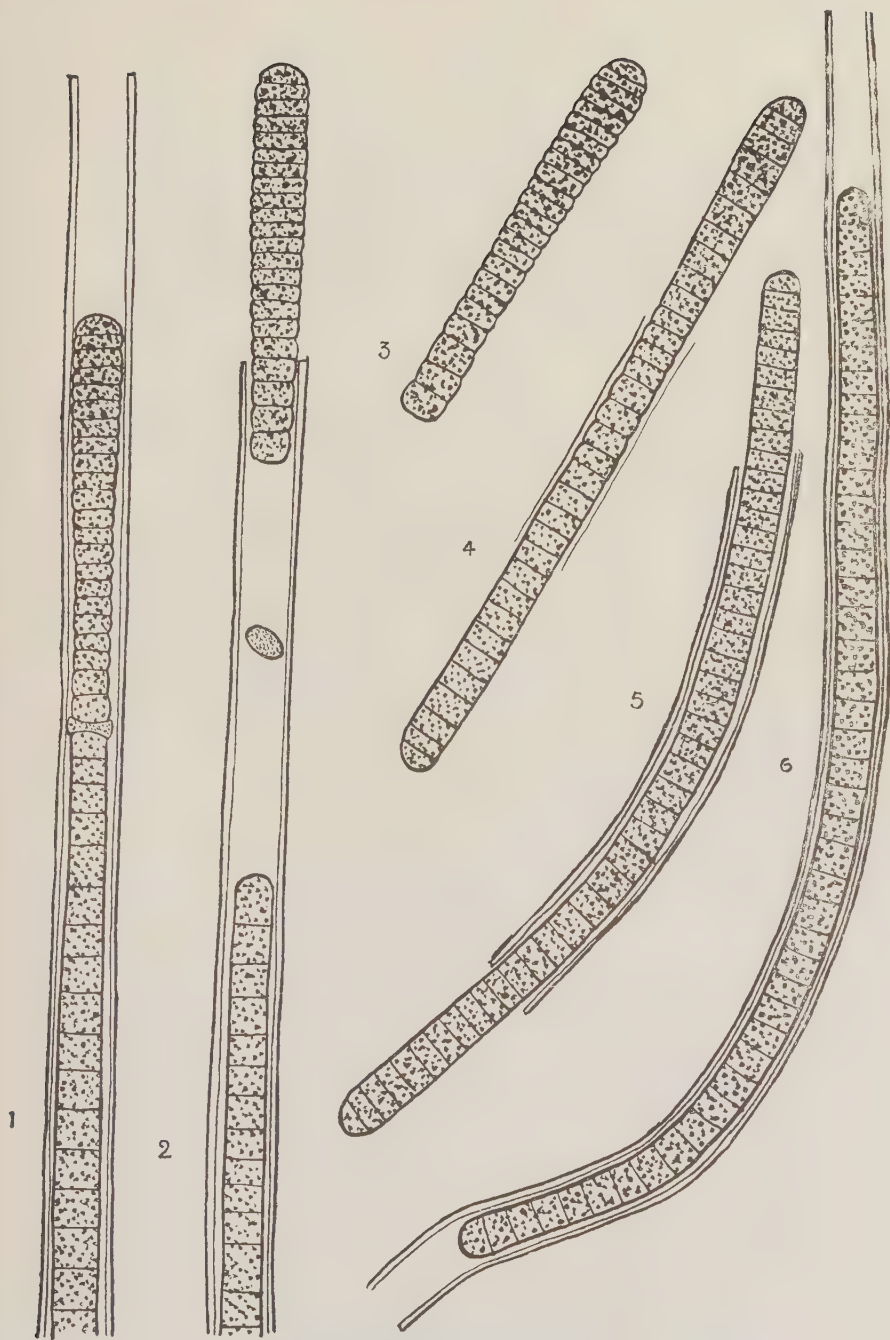


FIGURE 13. — Hormogonies :

1. Hormogonie dans le filament. Elle est séparée du reste du trichome par une article biconcave, à contenu homogène. — 2. Hormogonie sortant de la gaine; l'article biconcave s'est décollé et apparaît obliquement. — 3. Hormogonie se développant. On y voit un début de gaine. — 4. Hormogonie plus développée. — 5. Hormogonie plus développée. — 6. Hormogonie complètement transformée en filament.

multiplication. Chez les Homocystées les spores sont tout à fait exceptionnelles.

Chez plusieurs Homocystées, pour des causes encore mal connues, les gaines peuvent parfois, dans l'eau, se transformer en mucus. On dit alors qu'elles sont diffluentes.

Par contre, sous l'influence de l'éclairage et de la dessiccation, elles peuvent s'épaissir plus ou moins considérablement et parfois se colorer.

Comme réactif des gaines, GOMONT employait le *chloroiodure de zinc*, qui parfois les colore en bleu violacé, parfois reste sans action. Ce réactif me semble manquer de constance.

A. Les gaines peuvent enfermer plusieurs trichomes, c'est ce qui arrive dans la tribu des **Vaginariées** dont les principaux genres sont :

SCHIZOTHRIX Kütz.

MICROCOLEUS Desm.

Cette tribu a peu de représentants dans les eaux thermales.

B. Le plus souvent (tribu des **Lyngbyées**) chaque gaine ne renferme qu'un trichome, ou bien il n'y a pas de gaine.

a. Quand la gaine a une épaisseur marquée on a la sous-tribu des *Lyngbyoïdées* à laquelle appartiennent les genres :

PLECTONEMA Thur.

LYNGBYA C. Ag.

SYMPLOCA Kütz.

Le genre SYMPLOCA a fréquemment des représentants dans les eaux thermales. Ce sont :

Symploca Meneghiniana Kütz.

Symploca thermalis Kütz.

Symploca dubia Gom.

Symploca elegans Kütz.

Ces trois genres se distinguent par les caractères suivants :

Filaments	{	ordinairement ramifiés	PLECTONEMA
		non { réunis en mèches	SYMPLOCA
		ramifiés { non réunis en mèches	LYNGBYA

b. Quand la gaine reste mince ou est nulle, on a la sous-tribu des *Oscillariées*, dont les principaux genres, ayant des représentants dans les eaux thermales, sont :

1° PHORMIDIUM Kütz.

avec les espèces suivantes :

Ph. fragile Gom.,

Ph. purpurascens Gom.,

Ph. valderianum Gom.,

Ph. laminosum Gom.,

Ph. tenue Gom.,

Ph. ambignum Gom.,

Ph. lucidum Gom.,

Ph. calidum Gom.

2° OSCILLATORIA Vauch.

avec les espèces suivantes :

Osc. princeps Vauch.,

Osc. sancta Kütz.,

Osc. tenuis Ag.,

Osc. amphibia Ag.,

Osc. geminata Menegh.,

Osc. acuminata Gom.,

Osc. animalis Ag.,

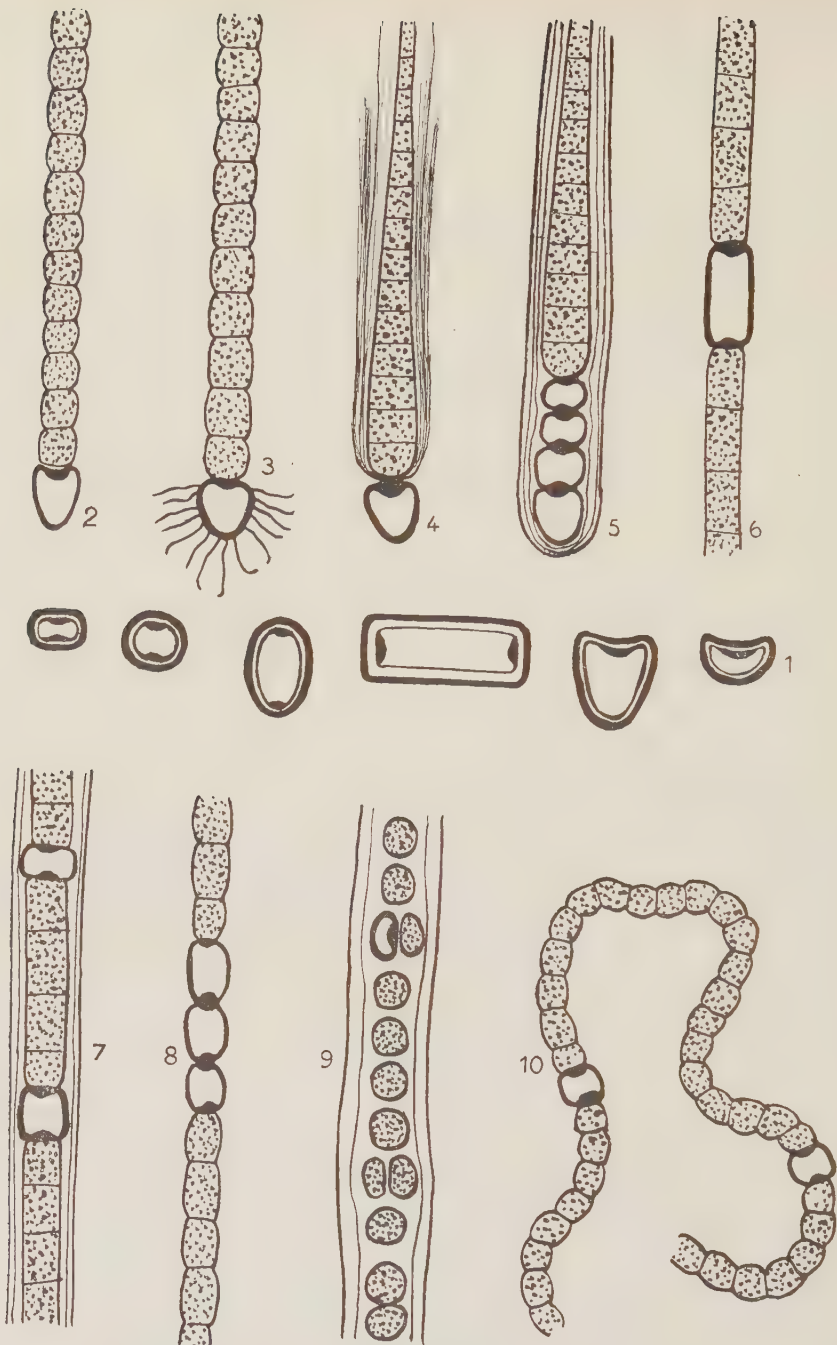


FIGURE 14. — Forme et position des hétérocystes :

1. Différentes formes d'hétérocystes.
- 2, 3. Hétérocystes basilaires ; en 3, l'hétérocyste est couvert de filaments ressemblant à des cils et qui sont en réalité des Bactériacées. Ce phénomène est assez fréquent, surtout chez les *Cylindrospermum*.
4. Hétérocyste basilaire de Rivulariacée.
5. Hétérocystes basilaires sériés.
6. Hétérocyste intercalaire.
7. Hétérocystes intercalaires, l'un subcarré, l'autre court.
8. Hétérocystes intercalaires sériés.
9. Hétérocyste latéral (chez les Stigonémacées).
10. Hétérocystes intercalaires des Nostocacées.

Osc. formosa Bory.,
Osc. numidica Gom.,
Osc. Cortiana Menegh.,
Osc. Okeni Ag.,
Osc. chalybea Mert.,
Osc. Boryana Bory.,
Osc. janthiphora Gom.,
Osc. terebriformis Ag.,
Osc. Grunowiana Gom.

3° SPIRULINA Turpin.

Un grand nombre d'espèces de ce genre peuvent vivre dans les eaux thermales.

Ces trois genres se distinguent par les caractères sommairement indiqués dans le tableau suivant.

Trichomes	{	à cloisons transversales visibles, ordinairement non spiralés sur toute leur longueur.	{	Filaments accolés latéralement et réunis en plaques : (PHORMIDIUM)
		dépourvus de cloisons visibles, spiralés sur toute leur longueur :		Filaments libres entre-eux : (OSCILLATORIA) (SPIRULINA)

Série 2. — **Anhomocystées (Hétérocystées).**

Dans le trichome se trouvent quelques articles de forme nettement différente de la plupart des autres. Ce sont parfois des *poils* : un poil est une série de cellules très atténuées, allongées, vidées ou à peu près de tout contenu.

Ce sont surtout les *hétérocystes*. On nomme ainsi des articles incolores, d'un vert clair, ou plus souvent

jaune, à contenu très pauvre, à membrane réfringente et fortement épaissie. A leur point d'attache avec les cellules contiguës, les parois des hétérocystes présentent souvent un bouton cellulosique qui augmente de volume avec l'âge et finit parfois par former une assez forte saillie. Les hétérocystes sont parfois plus gros, parfois moins gros que les cellules végétatives ; leur longueur est très variable. Ils sont plus ou moins nombreux suivant les espèces. Suivant leur position on distingue des hétérocystes basilaires et intercalaires (Fig. 14). Le rôle de ces organes est à peu près totalement inconnu.

Les filaments des *Anhomocystées* (comme d'ailleurs ceux des *Plectonema* parmi les Homocystées) sont parfois ramifiés.

On distingue une ramification *fausse* et une ramification *vraie* (Voir FRÉMY : Stigonémacées de la France, pp. 1-4).

La multiplication se fait par *hormogonies* et souvent aussi par des *spores*, dont il va être question plus loin.

Cette série est divisée en 4 familles:

A. RIVULARIACEES

Filaments terminés en poil. Parmi les genres les plus importants, à signaler :

Genre *CALOTHRIX* Ag., qui renferme quelques espèces d'eaux thermales;

Calothrix thermalis Hansg.,

Calothrix Castellii Born et Flah.

Genre *DICHOTHRIX* Zanard., dont M. l'abbé FRÉMY a

trouvé une espèce restée inédite, dans les eaux thermales de Tunisie, etc.;

Genre RIVULARIA (ROTH) Ag.

B. SCYTONEMATACEES

Filaments non terminés en poil, simples ou plus souvent pseudo-rameux, à rameaux solitaires ou géminés. Trichomes formés d'une seule série de cellules présentant une base et un sommet, cloisonnement toujours perpendiculaire à l'axe du trichome.

Les genres les plus importants sont :

1° SCYTONEMA Ag., avec quelques espèces pouvant vivre dans les eaux thermales :

Scytonema stuposum Born.,

Scyt. mirabile (Dillw) Born.,

Scyt. myochrous Ag.,

Scyt. velutinum Rab.

2° TOLYPOTHRIX Kütz., dont l'espèce la plus répandue est *T. tenuis* (Kütz.) Schmidt. Cette espèce peut accidentellement vivre dans les eaux thermales ou à leur voisinage.

SCYTONEMA a des rameaux geminés ; TOLYPOTHRIX a des rameaux simples.

C. NOSTOCACEES

Filaments toujours simples, trichomes unisériés, non pilifères, sans région basilaire et apicale, spores fréquentes.

Principaux genres :

NOSTOC Vauch. — *Nostoc commune* Vauch. se trouve parfois accidentellement dans les eaux thermales ou à leur voisinage.

ANABAENA Bory. — Rare dans les eaux thermales.

D. STIGONEMATACEES

Filaments ordinaires rameux, à ramification vraie. Trichomes souvent formés de plusieurs séries de cellules accolées latéralement.

Le genre MASTIGOCLADUS Cohn., a une espèce (*Mast. laminosus* Cohn.) vivant presque exclusivement dans presque toutes les eaux thermales, sous des formes variées.

Voici la synonymie et la description de cette curieuse espèce, d'après l'abbé FRÉMY, Stigonematacées de la France, pp. 52 et sq.

Syn. — *Anabaena bullosa* Menegh, Conspect. Alg. eug. (1837), p. 8 ; *Anabaena calida* Kütz, Species, p. 289 ; *Anabaena Chilensis* Mont. Flora Chilena (1852), VIII, p. 387 ; Sylloge, p. 469 ; *Anabaena rudis* Menegh. Conspect. Alg. eug. (1837), p. 8 ; *Anabaena thermalis* (Bory) H. Serres, Bull. Soc. de Borda, Dax, 1880, p. 13 ; J. Thore, ibid, 1885, pp. 8-10 ; *Conferva Vandelli* Beggiato, Delle Terme Euganee, 1833, p. 55 ; *Cyanothrix vaginata* Schmidle in Allgem. bot. Zeitschr., 1897, p. 37 ; *Hapalosiphon laminosus* Hansg., Bot Centralbl., 1885, XII, p. 48.

Description. — Thalle mal défini. Filaments plus ou moins rameux unilatéralement. Trichomes des filaments primaires plus ou moins nostocoïdes, formés d'une seule série de cellules globuleuses ou elliptiques. Rameaux plus grêles que les filaments principaux, à trichomes se raccordant parfois à ceux du filament principal par des cellules disposées en V renversé, à cellules terminales longuement cylindriques. Hétérocystes intermédiaires ; ni spores ni hormogonies. Multiplication par segmentation des trichomes et aussi (d'après Borzi ?) par hormocystes ou par conidies.

Le genre *STIGONEMA* Ag. peut avoir très accidentellement quelques espèces vivant au voisinage des eaux chaudes.

TABLEAU DE LA CLASSIFICATION DES CYANOPHYCEES

Les grandes lignes de la classification des Cyanophycées peuvent être résumées dans le tableau suivant :

Groupe I.	<i>Chroococcales</i>	
Groupe II.		} PLEUROCAPSACÉES
<i>Chamaesiphonales</i>		} DERMOCARPACÉES
Groupe III.		{
<i>Hormagonéales</i> . . .	Série 1: HOMOCYSTÉES.	Tribu I. <i>Vaginariées</i> .
	Famille Unique: OSCILLATORIACÉES.	Tribu II. <i>Lyngbyées</i> :
		S.-Trib. 1. <i>Lyngbyoidées</i> .
		S.-Trib. 2. <i>Oscillarioidées</i> .
	Série 2: ANHOMOCYSTÉES ou HÉTÉROCYSTÉS.	Famille I. RIVULARIACÉES.
		Famille II. SCYTONEMATACÉES.
		Famille III. NOSTOCACÉES.
		Famille IV. STIGONEMATACÉES.

SPORES DES CYANOPHYCEES

Les spores sont des organes de propagation destinés à conserver la plante pendant les intervalles de végétation et lui permettant de résister à plusieurs agents destructifs et en particulier au froid et à la sécheresse.

Ces spores ne peuvent nullement être comparées aux spores des Fougères ou des Muscinées qui sont de véritables organes reproducteurs dont les noyaux subissent la réduction chromatique; les spores des Cyanophycées sont en réalité des kystes.

Les spores se distinguent des autres cellules par leur volume ordinairement plus grand et leur contenu plus granuleux. Elles sont le plus souvent entourées d'un épispore épais, parfois coloré en jaune-brun, parfois papilleux ou épineux.

Leurs formes sont très variables : cylindriques, ovales, sphériques, rectangulaires. Leur position est également fort variable ; elles peuvent être basilaires ou intercalaires, solitaires ou sériées en nombre plus ou moins grand (fig. 15).

Elles peuvent conserver leur vitalité pendant un temps fort long (9 à 10 ans), comme nous l'avons signalé plus haut.

Germination. — THURET (Mém. Soc. Sc. nat. Cherbourg, V, 1857, p. 28, décrit comme il suit la germination des spores de *Cylindrospermum majus* : « Je plaçai quelques fragments de la plante dans une goutte d'eau sur des lames de verre que je conservai



FIGURE 15. — Spores des Cyanophycées :

1. Longue spore basilaire de *Gloeotrichia* (Rivulariées).
2. Spore basilaire papilleuse de *Cylindrospermum* (Nostocacées).
3. Spore basilaire épineuse.
4. Spore intercalaire droite.
5. Spore intercalaire courbée.
6. Grandes spores ovales de *Gloeotrichia*.
7. Spores sériées de *Nostoc*.
8. Spores sériées d'*Anabaena* (placées symétriquement de part et d'autre de l'hétérocyste).

sous une cloche à l'abri de l'évaporation. Les filaments ne tardèrent pas à se décomposer... et la spore qu'ils renfermaient disparut sans laisser de trace. Mais d'autres se conservèrent sans changer aucunement d'aspect. Je continuai à observer ceux-ci avec soin... et j'eus le plaisir de voir enfin la spore percer le sommet du sporange (1) et se développer en un nouveau filament de la manière suivante. La spore en s'allongeant soulève une petite portion de la paroi interne du sporange, qu'elle pousse devant elle. Aussitôt qu'elle fait saillie au dehors, elle commence à se cloisonner et à se changer en un filament toruleux, composé de 3 ou 4 articles, dont le contenu est fortement granuleux. Les divisions de ces articles sont d'abord peu distinctes, mais elles deviennent de plus en plus nettes à mesure qu'il s'en forme de nouvelles. Pendant assez longtemps, le fragment de paroi du sporange que la spore a soulevé, persiste au sommet du filament sous la forme d'une petite calotte qui recouvre le dernier article.

« Le filament s'allonge à la fois par ses deux extrémités mais plus rapidement d'abord par celle qui est en dehors du sporange. Les nouveaux articles sont d'un diamètre moindre que ceux qui se sont formés à la place qu'occupait la spore, en sorte que les nouveaux filaments sont légèrement atténués aux extrémités.

« Peu à peu cependant, ces différences d'effacent ; les articles en se multipliant prennent une dimension

(1) THURET désigne par spore l'intérieur de la cellule, et par sporange l'épispore.

de plus en plus égale, leurs granules deviennent moins apparents, et la ressemblance du nouveau filament avec les anciens finit par être complète ». (fig. 16).



FIGURE 16. — Différents stades de la germination d'une spore de *Cylandrospermum*.

SUR LE MOUVEMENT DES OSCILLAIRES

Les mouvements oscillatoires des Oscillariées sont connus depuis longtemps. C'est à cause de ce phénomène que VAUCHER les nomma Oscillatoires.

Dans sa curieuse *Histoire des Conferves d'eau*

douce, Genève 1803, p. 169 et seq., on trouve sur cette question des détails savoureux.

DE SAUSSURE avait trouvé à Aix, en l'an VIII, une Conferve particulière que BOISSIER fit connaître à VAUCHER. « Ce qui distingue, sans contredit, les Oscillatoires de toutes les Conferves, écrit ce dernier, c'est la facilité de se mouvoir que possèdent les premières. Leurs filets oscillent constamment de gauche à droite ou de droite à gauche, de manière que les angles sous lesquels ils se coupent varient sans cesse de grandeur.

« Quelquefois un filet s'avance parallèlement à un autre qui le dépasse, quelquefois certains filets vont dans un sens tandis que le reste va dans un autre.

« Souvent une partie des filets est stationnaire tandis que l'autre se meut. Et ces mouvements ne s'exécutent pas seulement sur des plans horizontaux, mais ils ont également lieu dans des sens inclinés.

« L'idée ingénieuse de DE SAUSSURE qui mesurait avec une montre le chemin que faisait une Oscillatoire et qui comparait son mouvement à celui de l'aiguille des heures, ne peut s'appliquer aux mouvements irréguliers que je décris. Il n'y a rien de si bizarre que la marche du même filet ; quelquefois il oscille, d'autres fois il n'a pas de mouvements angulaires, souvent après avoir marché en avant, il reste quelque temps stationnaire ou même il rétrograde. Il n'est donc guères (*sic*) possible de trouver la moyenne d'un mouvement si singulier, et si DE SAUSSURE a pu y parvenir, c'est apparemment parce que les Oscillatoires des eaux d'Aix avaient des mouvements moins

variés que les miennes. Leur marche devait être aussi beaucoup plus lente, car celles que j'ai observées faisaient en peu de minutes le chemin que les siennes parcouraient en une heure.

« Apparemment que ce grand naturaliste n'aura pas observé ses Oscillatoires dans des conditions convenables... Je trouve encore moins d'exactitude dans les observations d'ADANSON...

« J'ai désiré m'assurer si le mouvement des Oscillatoires était dirigé dans un sens plutôt que dans un autre ; je les ai souvent placées sous le microscope pour les observer sous ce point de vue : mais j'ai trouvé tant de bizarrerie dans leur marche, les directions de leurs mouvements m'ont paru si différentes, qu'il m'a semblé que ce mouvement ne pouvait guère s'expliquer par des agens (*sic*) mécaniques. Au contraire il a tous les caractères d'un mouvement spontané. Il est plus vite ou plus lent, non seulement dans des filets différents, mais encore dans le même, il a lieu à droite ou à gauche, en avant ou en arrière ; en un mot il est aussi varié que celui des vers rampans (*sic*) auxquels nous n'hésitons pas à accorder le titre d'animaux.

« Cependant il est une direction que les Oscillatoires paraissent affecter de préférence, et cette direction est celle de la lumière. DE SAUSSURE avait déjà vu avant moi que si l'on enveloppait d'un drap noir et épais le poudrier qui contenait ces êtres singuliers en faisant à ce drap des ouvertures par lesquelles la lumière pût parvenir jusque dans l'intérieur du vase, les Oscillatoires qui y étaient répandues venaient se

réunir à l'endroit du verre qui était découvert. Or cette observation que j'ai répétée plusieurs fois et avec les mêmes attentions a eu un succès si complet qu'après quelques heures, les filets avaient complètement disparu du vase pour se réunir en un très grand nombre vers les points éclairés.

« Or, quoique les plantes affectent aussi de se diriger vers la lumière, et qu'il soit peut-être possible d'expliquer mécaniquement leurs divers mouvements, cependant, il est facile de comprendre que si les Oscillatoires partagent cette propriété avec les animaux, elles peuvent bien, malgré cela, être des animaux. Rien n'empêche en effet qu'un être ne recherche, par choix et par instinct, la lumière dont il a besoin pour se développer, et puisque les Oscillatoires se meuvent à la lumière comme à l'obscurité, au milieu du jour comme à la fin, et en général, dans tous les moments de leur existence, dans tous les sens et dans toutes les directions, il est aisé de conclure qu'elles ont une volonté ».

Et VAUCHER indique gravement qu'il leur a trouvé des organes animaux, au moins une tête et une queue, qu'il essaie de figurer dans des dessins qui d'ailleurs sont exacts.

Au fond, il raisonne comme suit :

Ce qui se meut est un animal,
Or les Oscillatoires se meuvent,
Donc les Oscillatoires sont des animaux.
Un animal a au moins une tête et une queue,
Or les Oscillatoires sont des animaux,
Donc, elles ont au moins une tête et une queue.

Les mêmes idées, ou à peu près, sont exprimées par BORY DE SAINT-VINCENT, dans l'article *Oscillaire*, du Dictionnaire des Sciences naturelles de Levrault, t. 36, 1825, p. 556 : « DE CANDOLLE a jugé que les Oscillatoires ne faisaient pas partie du domaine de la Botanique. En effet, des mouvements spontanés... semblent assigner leur place au rang des productions animales. Créatures mixtes, qui, par leur aspect, leur texture et leur mode de croissance, sont de véritables plantes hydrophytes, mais qui, par la faculté qu'elles ont d'agir en tous sens, selon une sorte de volonté, sont en même temps de véritables animaux ».

Le Docteur PETIT admettait lui aussi cette opinion.

Depuis longtemps on n'en est plus là. Mais les mouvements des Oscillaires ne sont pas mieux expliqués.

Les plus nets de ces mouvements sont ceux des Oscillaires (*Oscillatoria*) et genres voisins à trichomes non engainés.

Leur rapidité semble augmentée par la température et l'intensité de la lumière. Ce mouvement est une oscillation plane ou en cercle, ou un mouvement rectiligne en avant ou en arrière. Chaque oscillation se termine ordinairement par une rapide courbure de la partie apicale du trichome. Dans les *Spirulina*, le mouvement consiste dans une progression avec rotation autour de l'axe de la spirale.

Les hormogonies présentent aussi des mouvements de translation, et parfois des mouvements d'oscillation peu intenses.

Jusqu'ici aucune explication suffisante n'a pu être donnée des mouvements.

CHAPITRE III

LES ALGUES DES EAUX DU GROUPE HYPERTHERMAL DE VICHY

I. — LISTE DES ALGUES RECOLTEES DANS CHAQUE SOURCE

1° Source du Dôme (Température 65°5).

Ulothrix subtilis Kütz.

Cymbella microcephala Grun.

Navicula cincta (Ehr.) Kütz., var. *Heufleri* Grun.

Navicula ambigua Ehr.

Nitzschia apiculata (Greg.) Grun.

Nitzschia communis Rab.

Phormidium tenue Gom.

Phormidium ambiguum Gom.

Phormidium uncinatum Gom.

Oscillatoria formosa Bory.

Spirulina subsala Oerst.

11 espèces.

2° **Source « Les Lys »** (Température 60°5).

Rhizoclonium hieroglyphicum Kütz.

Navicula ambigua Ehr.

Surirella ovalis Bréb. var. *ovata* Kütz.

Phormidium tenue Gom.

Phormidium tenue fa. *circinata* Frémy.

Phormidium ambiguum Gom.

Oscillatoria tenuis Ag.

Oscillatoria amphibia Ag.

Oscillatoria brevis Kütz.

Oscillatoria chalybea Mert.

Spirulina labyrinthiformis (Menegh.) Gom.

Spirulina subsalsa Oerst.

12 espèces ou variétés.

3° **Source « Cornélie »** (Température 44°1).

Uronema confervicola Lagerh.

Rhizoclonium hieroglyphicum Kütz.

Navicula viridis Kütz. var. *commutata* Grun.

Navicula cincta (Ehr.) var. *Heufleri* Grun.

Navicula rhynchocephala Kütz.

Navicula elliptica Kütz.

Navicula mutica Kütz. var. *ventricosa* V. Heurck.

Navicula ambigua Ehr.

Surirella ovalis Bréb. var. *ovata* Kütz.

Nitzschia frustulum (Kütz.) Grun.

Cyclotella Kützingiana Chauv.

Chamaesiphon incrustans Grun.

Lyngbya Nordgaardii Wille.

Phormidium purpurascens Gom.

Phormidium tenue Gom.

Phormidium ambiguum Gom.

Oscillatoria amphibia Ag.

Oscillatoria geminata Menegh.

Oscillatoria formosa Bory.

Oscillatoria terebriformis Ag.

Spirulina major Kütz.

Spirulina subsala Oerst.

Spirulina labyrinthiformis Gom.

23 espèces ou variétés.

II. — TABLEAU SYSTEMATIQUE DE LA FLORE ALGALE DES SOURCES DU GROUPE HYPERTHERMAL DE VICHY

I. — CHLOROPHYCEES

A. ULOTHRICALES.

1. *Ulothrix subtilis* Kütz.

2. *Uronema confervicola* Lagerheim.

B. SIPHONOCLODALES.

Rhizoclonium hieroglyphicum Kütz. em. Stokm.

II. — BACCILLARIOPHYCEES (Diatomacées)

A. PENNÉES.

1. *Cymbella microcephala* Grun.

2. *Navicula viridis* Kütz. var. *commutata* Grun.

3. *Navicula cincta* (Ehr.) Kütz. var. *Heufleri* Grun.
4. *Navicula rhynchocephala* Kütz.
5. *Navicula elliptica* Kütz.
6. *Navicula mutica* Kütz. var. *ventricosa* Van Heurk.
7. *Navicula ambigua* Ehr.
8. *Achnanthes coarctata* Bréb.
9. *Surirella ovalis* Bréb. var. *ovata* Kütz.
10. *Nitzschia apiculata* (Greg.) Grun.
11. *Nitzschia communis* Rab.
12. *Nitzschia frustulum* (Kütz.) Grun.

B. CENTRIQUES.

13. *Cyclotella Kützingiana* Chauv.

III. — CYANOPHYCEES

A. CHROOCOCCALES. — Pas de plante de ce groupe dans les eaux des hyperthermes de Vichy.

B. CHAMÉSIPHONALES.

Chamaesiphom incrustans Grun.

C. HORMAGONÉALES.

a) *Homocystées*.

1° Vaginariées :

Pas de plantes appartenant à cette tribu dans le groupe hyperthermal de Vichy.

2° Lyngbyées :

1. *Lyngbya Nordgaardii* Wille.
2. *Phormidium purpurascens* Gom.
3. *Phormidium tenue* Gom. et fa. *circinata* Frémy.
4. *Phormidium ambiguum* Gom.
5. *Phormidium uncinatum* Gom.

6. *Oscillatoria tenuis* Ag.
7. *Oscillatoria amphibia* Ag.
8. *Oscillatoria geminata* Menegh.
9. *Oscillatoria brevis* Kütz.
10. *Oscillatoria formosa* Bory.
11. *Oscillatoria chalybea* Mert.
12. *Oscillatoria terebriformis* (Ag.) Gom.
13. *Spirulina major* Gom.
14. *Spirulina subsalsa* Oerst.
15. *Spirulina labyrinthiformis* (Menegh.) Gom.

b) *Anhomocystées* ou *Hétérocystées*.

Pas de plantes de ce groupe vivant dans les eaux thermales des sources du Dôme.

III. — DESCRIPTION DES ALGUES DU GROUPE HYPERTHERMAL DE VICHY

I. — CHLOROPHYCEES

Ulothricacées.

Famille des ULOTHRICACEES

Thalle filamenteux, non rameux ; plantes isogames, haploïdes (c'est-à-dire à nombre de chromosomes des gamètes moitié moindre que celui des cellules végétatives).

Genre **Ulothrix** Kütz. Alg. Dec. n° 144, 1836.

CHODAT (Algues vertes de la Suisse, 1902, page 267) a donné de ce genre une diagnose excellente que nous reproduisons :

« Filaments simples, ou terminés au sommet par un poil allongé, fixés à leur base par un rhizoïde simple ou ramifié, unicellulaire ; chromatophore pariétal, à un ou plusieurs pyrénoides, zoospores quadriciliées, gamètes biciliés. »

Parmi les nombreuses espèces décrites, une seule est bien connue : *Ulothrix zonata* Kütz., plante d'eau douce assez répandue. Les autres n'ont pas été étudiées d'une manière vraiment scientifique : on ne les distingue guère que par la grosseur de leurs filaments et la longueur de leurs articles.

***Ulothrix subtilis* Kütz.**

La plante de Vichy (source du D^ome, 65°5), récoltée sur les bords de la vasque, semble être l'*Ulothrix subtilis* Kütz. CHODAT (*loc. cit*) la décrit ainsi : « Filaments d'un vert gris ou pâle, membrane non zonée, mince. Epaisseur des cellules 4-10 μ , longueur égale ou 1-2 fois plus forte. Commune dans les eaux courantes et stagnantes » (fig. 17).

A Vichy, cette plante présente quelques particularités intéressantes :

Elle se développe sous forme de plaques simulant celles que forment les *Phormidium*. Sur leur face supérieure, ces plaques sont d'un vert jaunâtre, elles sont luisantes en dessous ; elles y forment une matière submuqueuse, d'un blanc jaunâtre, assez semblable à celle qu'on trouve au-dessous du thalle de plusieurs *Phormidium*, de *Phormidium valderianum* (Delp.) Gomont, en particulier.

Les filaments ont une épaisseur qui varie entre 3

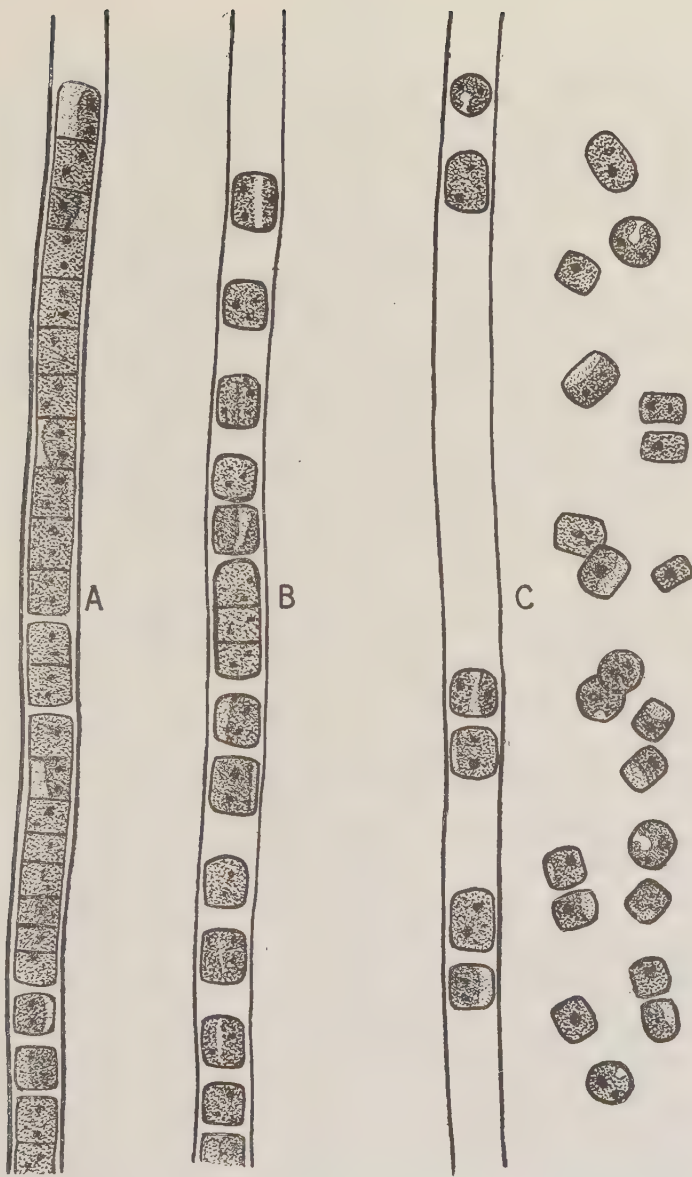


FIGURE 17. — *Ulothrix subtilis* Kütz (gross. 2.000).
 A. B. C. Trois filaments avec articles plus ou moins désarticulés ;
 D. cellules complètement désarticulées.

et 5 μ . Les cellules sont à peu près carrées ou un peu plus longues que larges ; moins souvent, plus courtes. Elles se désarticulent dans le filament en laissant subsister la membrane extérieure qui forme ainsi une sorte de gaine ressemblant à celle des *Lyngbya* ou de certains *Phormidium*. C'est l'accumulation de ces *pseudo-gaines* vides de leur contenu qui forme la masse jaunâtre qu'on remarque en-dessous des plaques.

Il n'est pas rare de remarquer, entre les filaments, des amas de cellules désarticulées qui présentent parfois, vues latéralement, des contours plus ou moins arrondis.

Il n'est pas possible de dire si ce phénomène est un processus de multiplication ou bien le résultat d'une désorganisation.

Genre **Uronema** Lag. 1887

Ce genre a été décrit comme il suit par LAGERHEIM dans *Malpighia*, I, page 518, pl. XII, 1887 :

Fila non ramosa, muco non involuta, e serie simplici cellularum formata, basi adnata. Cellula apicalis attenuata. Membrana cellularum tenuis et hyalina, non lamellata, nuclei cellularum singuli. Chromotophori singuli, parietales, laminiformes, virides, margine inaequali, pyrenoidis binis (rarius singulis) praediti. Megazoosporae singulae, rarius binae (vel complures ?), e contentu cellularum omnium fili non mutatarum ortae, ovoideae, ciliis vibratoris quaternis et puncto rubro praeditae, per ostiolum magnum poriforme vel cellula parte mediana membranae gelifi-

cata fracta examinantes, germinantes fila nova formantes. Aplanosporae, contractione contentus cellula formata (sic) (vel e zoosporis ortae ?).

Uronema confervicola Lagerheim.

Fila sparsa, provenientia. Cellulae omnes fili, exceptis cellula apicali et cellula basali, cylindricae, eadem crassitudine. Cellula apicalis acuminata, cellula basalis attenuata, callo parvo alga majori affixa. Fila usque ad 1 mm. longa, recta vel varie curvata.

Long. cell. bas. 18-32 μ .

Long. cell. ap. 22-26 μ .

Long. cell. interc. 10-18 μ .

Lat. cell. 4-6 μ .

Traduction. — Filaments non rameux, non entourés de mucus, formés d'une seule série de cellules, fixés à la base. Membrane cellulaire mince et hyaline non lamelleuse. Un seul noyau par cellule. Chromatophores solitaires, avec 2 (rarement 1) pyrénoides. Mégazoospores solitaires, plus rarement 2 ou plusieurs (?) formées par le contenu de toutes les cellules du filament qui ne changent pas de forme, ovoïdes, pourvues de cils vibratiles et d'un point rouge, essaimant par un grand ostiole poriforme ou par un déchirement produit par suite d'une gélification dans la partie médiane de la membrane, formant de nouveaux filaments en germant. Aplanosporae formées par la contraction du contenu cellulaire (ou bien produites par les zoospores ?).

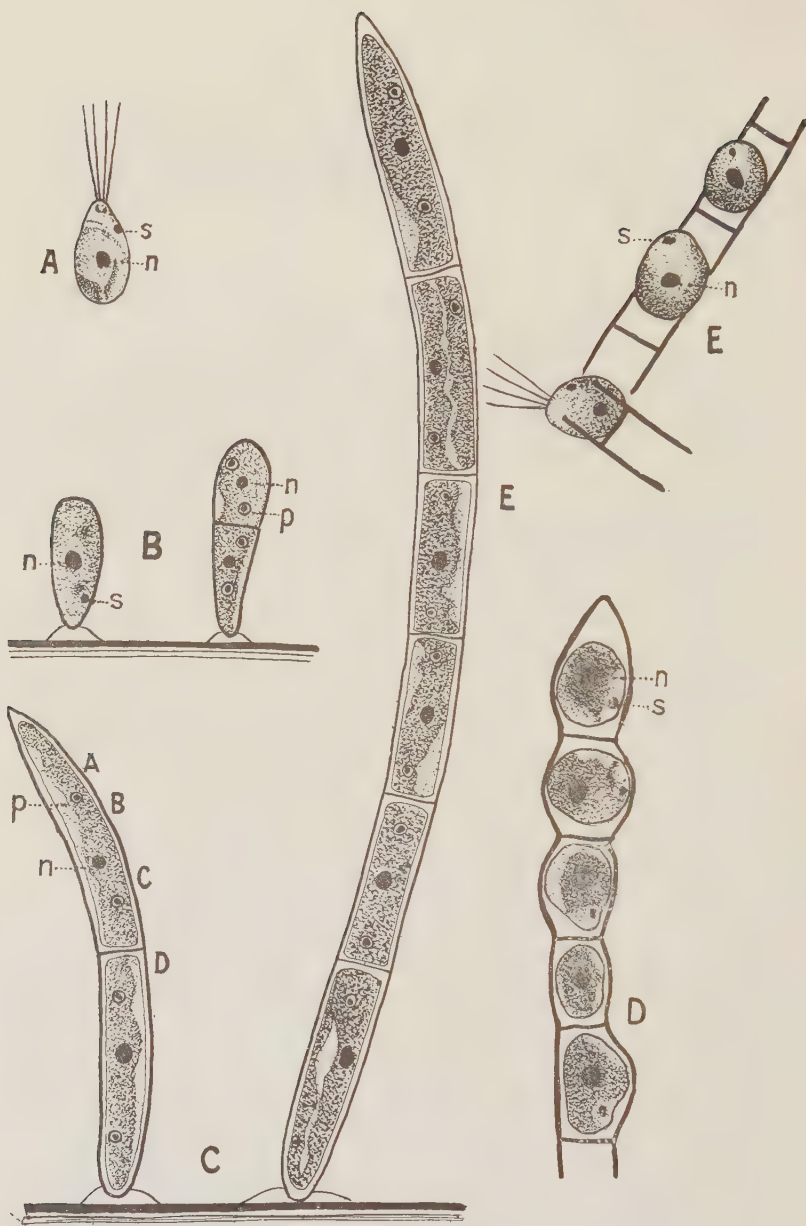


FIGURE 18. — *Uronema confervicola* Lagerheim (gross. 2.000).

A. Zoospore (d'après Lagerheim : n) noyau ; s) stigma. — B. Zoospore fixée et ayant subi un premier cloisonnement (originale) : n) noyau ; p) pyrénioïde. — C. Deux filaments, l'un jeune, l'autre adulte (originale). — D. Portion de filament avec contenu cellulaire transformé en zoospores (d'après Lagerheim). — E. Portion de filament rompu au sommet au moment de la sortie d'une zoospore (d'après Lagerheim).

Uronema confervicola Lag. — Filaments épars, dressés. Cellules, sauf l'apicale et la basilaire, toutes cylindriques, de même épaisseur. Cellule apicale acuminée, cellule basilaire atténuée, fixée sur une algue plus grande par un petit cal. Filaments ayant jusqu'à 1 mm. de long, droits ou diversement courbés (fig. 18).

Longueur de la cellulaire basilaire..	18 à 32 μ
Longueur de la cellulaire apicale ..	22 à 26 μ
Longueur des cellules intercalaires ..	10 à 18 μ
Largeur des cellules adultes	4 à 6 μ

Résumé des remarques de Lagerheim.

L'extrémité de la cellule basilaire est pourvue d'une sorte de plaque fixatrice gélatineuse. On n'a pu déterminer si elle provient d'une gélification de la cellule de l'hôte ou d'une sécrétion spéciale. Cette dernière hypothèse semble plus probable. La cellule apicale est toujours acuminée mais ne porte pas de poil.

Les filaments ne sont jamais entourés de mucus, comme cela arrive chez d'autres algues de la même famille, en particulier chez les *Chaetophora* et les *Draparnaldia*. Le chromatophore est d'un vert vif, laminiforme, et appuyé contre la paroi latérale. Dans les cellules jeunes il constitue un anneau presque complet. Les bords, au moins dans les cellules longues, sont plus ou moins irréguliers et déchiquetés.

Zoospores. — Leur développement commence dans les cellules supérieures, assez souvent dans plusieurs

à la fois. Le premier signe de leur formation est l'apparition d'un point rouge (stigma) en dedans de la membrane, au bord du contenu cellulaire. Celui-ci commence alors à se contracter en même temps que la partie médiane de la membrane se dissout peu à peu. Une ouverture latérale se trouve aussi creusée par où sort la zoospore.

Quelquefois, 2 zoospores se forment dans la même cellule. Dans ce cas, le contenu cellulaire se partage transversalement en deux et chaque moitié donne une zoospore analogue aux zoospores solitaires, mais plus petite.

Les zoospores sont de forme ovoïde ; sur l'extrémité antérieure un peu atténuée 4 cils sont fixés. Un peu au-dessous, on voit nettement le stigma. Le chromatophore se trouve dans la partie postérieure.

Après avoir nagé quelque temps, les zoospores se fixent par leur extrémité antérieure, le plus souvent sur un filament d'algue et germent. Les cils disparaissent et une mince membrane se forme. Le stigma reste longtemps visible. La zoospore fixée s'allonge et son extrémité libre devient acuminée. Bientôt, une cloison transversale apparaît et, par suite de cloisonnements répétés, un nouveau filament se trouve formé au bout de quelques jours.

Parfois les zoospores ne s'échappent pas mais germent à l'intérieur de la cellule-mère qu'elles font éclater en croissant. Les jeunes exemplaires ainsi formés sont courbés, conséquence naturelle de ce que leur accroissement longitudinal est empêché par les

cloisons transversales de la cellule-mère qui ne se rompent point comme les cloisons latérales.

L'*Uronema* possède parfois aussi des aplanospores. Ce sont des masses arrondies, entourée d'une même membrane, comme des spores, sans cils, et immobiles d'elles-mêmes. Elles se forment probablement comme il suit : le contenu cellulaire se contracte en même temps que la membrane latérale se dissout partiellement. Parfois cette ouverture ne se produit pas, et alors le contenu cellulaire s'entoure d'une membrane nouvelle. Il ne se forme qu'une aplanospore par cellule. La germination des aplanospores n'a pas été observée.

Les aplanospores sont des formations très voisines des hypnospores ou hypnocytes, signalés chez les *Rhizoclonium*. (Voir l'étude de ce genre).

L'habitat et la distribution géographique de cette espèce sont mal connus. Cette plante a été rarement signalée, sans doute pour ne pas avoir été remarquée. Elle est probablement cosmopolite.

L'*Urenoma* de Vichy.

Cette espèce est abondante sur les filaments du *Rhizoclonium hieroglyphicum*, dans le ruisseau de la source Cornélie, mais là seulement. Elle s'y trouve à tous les stades végétatifs, mais nous n'y avons pu trouver de zoospores, ni de cellules vides de leur contenu.

L'épaisseur des filaments varie entre 4 et 5 μ chez les jeunes, entre 4 et 6 μ chez les adultes.

Siphonocladales.

Cladophoracées.

Genre **Rhizoclonium** Kütz. 1843.

Ce genre, créé par KÜTZING (*Phycologia generalis*, page 261), a été modifié par STOCKMAYER en 1890, et BRAND en 1899.

Diagnose de KÜTZING. — *Trichomata parenchymatica, ubiquae aequicrassa, subramosa, basi radicante; rami radicales verticaliter descendentes, simplices, attenuati. Spermatia nondum observata. Species Algae*, page 383.

Traduction. — Filaments parenchymateux ayant partout la même épaisseur, parfois subrameux, radicans, descendant verticalement, simples, atténués. Spermaties pas encore observées.

Diagnose moderne, empruntée à WEST-FRITSCH, *Treatise of the Brit. Freshwater Algae*, 1927, p. 167 : *Filaments usually relatively marrow with elongate cylindrical cells, at first attached by a branched basal hapteron ; filaments frequently with short, slightly attenuated branches (often arising where the main thread is bent, sometimes merely unicellular but more commonly consisting of several cells.*

Cell-wall firm, lamellose and sometimes thick ; cells often contain ut few nuclei, occasionally only one. In autumn cells are commonly packed with starch and enter upon a kind of resting stage ; by subequent fragmentation multiplication may be effected. 2 ciliate zoospores also recorded.

Traduction. — Filaments d'ordinaire relativement étroits, formés de cellules cylindriques, allongées, d'abord attachés par un crampon basilaire rameux ; filaments portant souvent des rameaux courts, atténués en pointe (souvent formés aux courbures du filament principal), parfois unicellulaires, mais plus communément formés de plusieurs cellules ; membranes cellulaires fermes, lamelleuses et parfois épaisses ; cellules contenant souvent un petit nombre de noyaux, parfois un seul.

En automne, les cellules sont souvent bourrées d'amidon et entrent dans une sorte de phase de repos. La multiplication se fait par une fragmentation subséquente. Des zoospores bicillées sont aussi mentionnées.

Les *Rhizoclonium* sont des plantes d'eau salée, d'eau douce et d'eaux thermales.

Deux espèces sont particulièrement communes dans les eaux douces, ce sont : *Rhizoclonium hieroglyphicum* Kütz. et *Rhizoclonium fontanum* Kütz., qui n'est peut-être qu'une forme de *hieroglyphicum*.

Rhizoclonium hieroglyphicum

Kütz. em. Stockm.

Diagnose donnée par STOCKMAYER, Ueber die Algengattung *Rhizoclonium* (Verhandl. d. K. K. Zool. — Bot., Gesellschaft. in Wien, 1890, pp. 578 et 579). — *Filamentis* 11-40 (-50) μ *crassis*, in *caespites intricatis*, nec regulariter ulti substrati insidentibus nec angulatis.

Valde variat quoad colorem, crassitudinem et longitudinem cellularum, crassitudinem cytiodermatis, numerum et formam ramulorum, curvaturam filamenti.

1) *typicum* Stockm.

Coespitibus laxis, soepius non crispatis et laete viridibus; filamentis non vel paulum incurvatis, articulis ambitu plerumque regularibus, 10-32 (-37) μ latis, (1-7) plerumque 2-5-plo longioribus, non raro paulum inflatis et tum media parte usque 45 μ latis, cytiodermate raro ultra 2 μ crasso; ramulis plerumque nullis; si adsunt, parvis, tuberculiformibus vel breviter radiciformibus, inarticulatis, raro sejunctis.

In aqua dulci fontium, rivorum, thermarum, in rupibus madidis.

Traduction. — Filaments épais de 11 à 40 μ (-52) μ , enchevêtrés en touffes, régulièrement ni fixés sur un substratum, ni anguleux.

Très variable quant à la couleur, l'épaisseur et la longueur des cellules, l'épaisseur de la membrane cellulaire, le nombre et la forme des rameaux, la courbure du filament.

Forme a) *typicum* Stockm. — Touffes lâches, le plus souvent non crépues et d'un vert clair; filaments non ou un peu courbés, articles à contours ordinairement réguliers, larges de 10-32 (-37) μ , 1-7 (ordinairement 2-5 fois) plus longs, assez souvent un peu renflés (et alors ayant jusqu'à 45 μ de large en leur milieu); membrane cellulaire ayant rarement plus de 2 μ d'épaisseur; rameaux ordinairement nuls; s'ils exis-

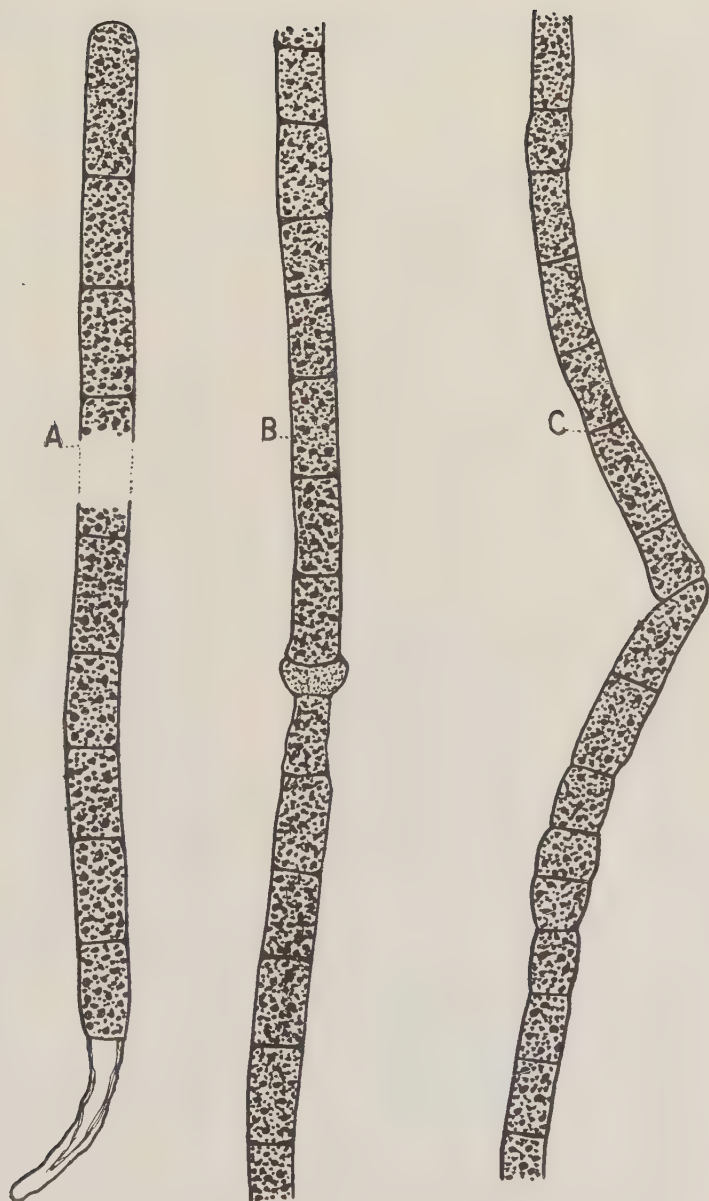


FIGURE 19. — *Rhizoclonium hieroglyphicum* Kütz. (gross. 300).
 A. Filament avec cellule terminale simulant un rhizoïde ; B. Filament avec cellules déformées ; C. Filament légèrement plié-courbé.

tent ils sont petits, tuberculiformes ou courtement radiciformes, inarticulés, rarement séparés du filament par une cloison (Fig. 19).

Habitat. — Eau douce des fontaines, des ruisseaux, des thermes, rochers humides. Cosmopolite. (Fig. 12.)

REMARQUES SUR LA STRUCTURE
DU RHIZOCLONIUM HIEROGLYPHICUM Kütz.

Membrane cellulaire.

D'abord mince et homogène, elle s'épaissit peu à peu et devient stratifiée ; les strates sont parallèles ou légèrement divergentes et emboîtées les unes dans les autres. Cette membrane ne bleuit pas sous l'influence d'un chloroiodure de zinc qui leuit pourtant bien le coton.

Contenu cellulaire.

Dans chaque cellule existe un chromatophore réticulé tapissant toute la paroi (Fig. 20).

Dans ce Chromatophore se trouvent :

a) des *pyrenoïdes* nombreux. Les pyrenoïdes sont des petites masses de substance protéique entourées de grains d'amidon plus ou moins serrés.

Chez les *Rhizoclonium*, ces grains d'amidon se touchent et sont très difficiles à distinguer les uns des autres.

b) des *amylosphères* (grains d'amidon sphériques) plus ou moins nombreux suivant l'état de végétation.

Les cellules jeunes et relativement courtes (1-1 1/2 fois plus longues que larges) renferment un seul

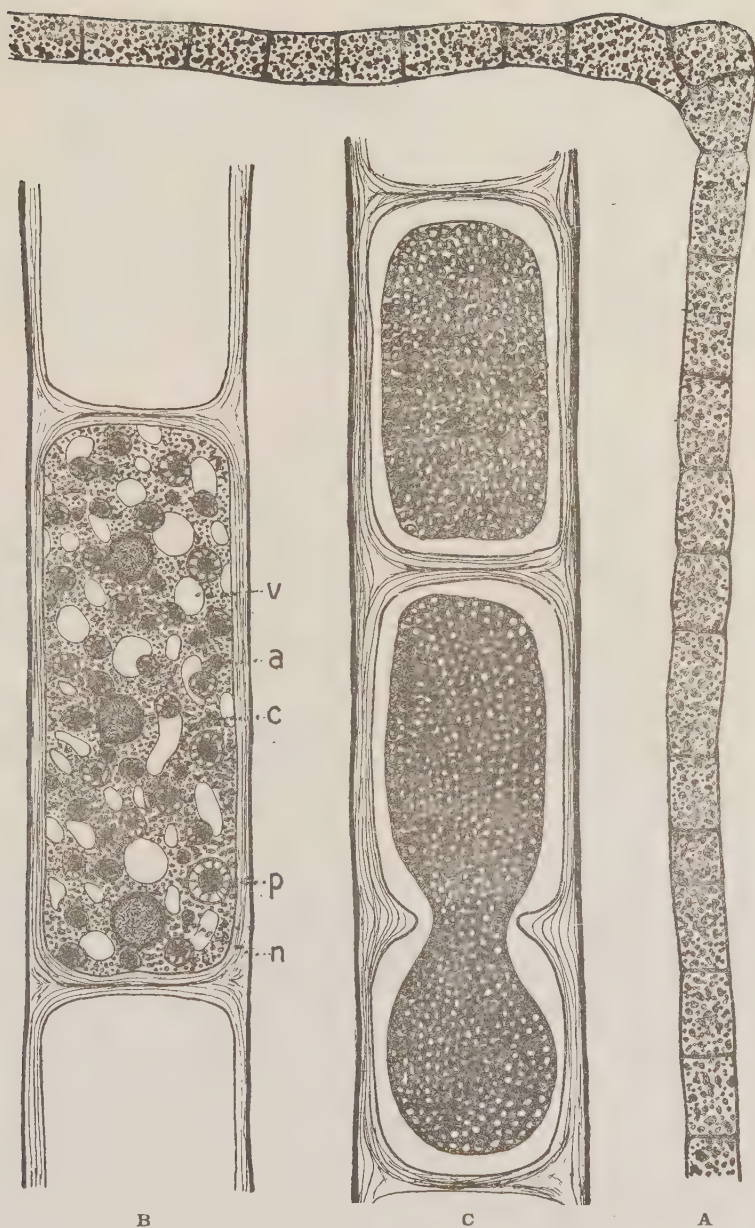


FIGURE 20. — *Rhizoclonium hieroglyphicum* Kütz.

A. Filament courbé à angle droit (gross. 300) : le filament s'est sans doute trouvé brisé et les 2 tronçons se sont soudés. — B. Une cellule à l'état végétatif (gross. 1.500) : *n*) noyau ; *p*) pyrénoloïde ; *c*) chromatophore ; *a*) grain d'amidon ; *v*) vacuole. — C. Cellules transformées en hypnocytes (gr. 1.500). — Dans l'une d'elles, la membrane latérale, faisant hernie à l'intérieur, forme cloison incomplète.

noyau; celles qui sont plus âgées et plus longues peuvent en renfermer de 2 à 5, suivant leur âge et leur longueur. Ces cellules tendent à se diviser, mais l'apparition de la cloison transversale est tardive, ne se fait pas immédiatement après la division du noyau ; d'où l'existence d'un assez grand nombre de cellules bi- ou polynucléées.

Accroissement

Les filaments ont un accroissement intercalaire ; il s'opère par des bipartitions transversales de toutes les cellules. Il n'est terminal que dans le cas où apparaissent des ramuscules (ce qui n'a pas lieu sur les échantillons prélevés aux sources de Vichy, au moins ceux qui ont été observés).

Quand un article (cellule) vient à mourir, il n'est pas rare de voir la cellule vivante située au-dessous émettre un prolongement qui s'introduit dans la cavité vide.

A certaines époques, surtout pendant l'automne et l'hiver, un certain nombre de cellules se transforment en ce que WILLE a nommé des *hypnocystes* (cellules en sommeil). La membrane s'épaissit, devient très lamelleuse, le contenu cellulaire se contracte, puis son aspect réticulé devient fortement granuleux ; les grains d'amidon y sont très nombreux. Assez souvent les strates internes de la membrane se détachent et font hernie à l'intérieur de la cellule, y formant ainsi une cloison incomplète.

Ces cellules modifiées ont une très grande résistance vitale, elles supportent fort bien le froid, mais

elles ne semblent pas résister à la dessication. En somme elles constituent surtout une forme d'hivernage.

Après la période d'hivernage les hypnocystes reprennent la forme des cellules ordinaires, elles consomment en grande partie leurs réserves d'amidon, s'allongent et se cloisonnent activement.

Reproduction

Elle est asexuée et se fait par zoospores biciliées. Le contenu cellulaire se contracte, se fragmente en un très grand nombre de petites masses plus ou moins ovoïdes, munies de deux cils, ces masses sortent par une ouverture de la membrane.

La multiplication végétative, par fractionnement et division des filaments, est aussi très active et beaucoup plus fréquente que la reproduction proprement dite.

Les Rhizoclonium de Vichy

Ils appartiennent tous au *Rhizoclonium hieroglyphicum* Kütz (forme typicum).

Cette espèce existe en deux stations à Vichy, dans les sources du Dôme.

1° Source « Cornélie », ruisseau à 8-10 mètres de la vasque; température extérieure.

2° Source des « Lys », à 8-10 mètres de la vasque.

Peu de différences entre les échantillons de ces deux stations.

Aucun n'a de rameaux.

Ceux de la Source « Cornélie » ont des filaments

plus épais (27-30 μ), à membrane plus épaisse et plus lamelleuse. Ils présentent souvent des hypnocystes.

Ceux de la source « des Lys » ont leur membrane cellulaire plus mince et à peine lamelleuse. Ils ne présentent pas d'hypnocystes. L'épaisseur moyenne des filaments est de 20 μ .

Ceux du N° 1 portent trois épiphytes :

Uronema confervicola,

Chanaesiphon incrustans,

Lyngbya Nordgaardii.

Ceux du N° 2 n'en portent pas.

II. — DIATOMACEES (1)

Genre **Cymbella** Agardh, 1830.

Frustules libres ou stipités, à valves plus ou moins cymbiformes, partagées en parties inégales par le raphé et le nodule médian excentriques. Raphé généralement plus ou moins arqué.

Les *Cymbella* sont des *Navicula* asymétriques, présentant toutes les déformations possibles du type *Navicula* : valve droite, lancéolée, en arc.

Cymbella microcephala Grunow.

Valves assez étroitement lancéolées, à peine cymbiformes, à extrémités fortement rostrées, capitées ;

(1) Les descriptions ci-dessous ont été empruntées à VAN HEURCK, Traité des Diatomées, in-4, 574 p., 35 pl., Anvers 1899.

raphé faiblement arqué, stries délicates, 24 dans les grandes formes, 28 à 30 dans les petites formes. Largeur 15-23 μ . (Fig. 21).

FIGURE 21.

Cymbella microcephala Grun. (gross. 2.000).
Vue valvaire.



Habitat. — Eaux douces. Assez commun. A Vichy, en petite quantité dans la source « Dôme », mélangé à *Ulothrix subtilis*.

Genre **Navicula** Bory 1822

Frustules libres ou renfermés dans des tubes, rarement réunis en bande. Valve ayant trois nodules en ligne droite ; raphé droit.

Ce genre comprenant un très grand nombre d'espèces a été divisé en nombreux sous-genres.

Navicula viridis Kützing.

Valve linéaire, elliptique, sans renflements, à extrémités arrondies. Côtes au nombre de 7 environ en 10 μ , assez rapprochées du raphé et ne laissant guère d'espace hyalin notable autour du nodule médian, radiant au milieu de la valve, convergentes vers l'extrémité ; longueur très variable : 50 à 200 μ .

Habitat. — Eaux douces, partout.

Les échantillons prélevés à la source « Cornélie »,

peu abondants, ont une longueur de $50\ \mu$ et appartiennent à la variété *commutata* Grunow.

Navicula viridis Kütz. var. **commutata** Grunow.
— Valve elliptique linéaire, notablement diminuée aux extrémités ; côtes grêles, diminuées autour du nodule médian, environ 11 en $10\ \mu$. Les deux valves sont dissemblables : l'une d'elles a des stries couvrant toute la valve, dans l'autre elles sont interrompues unilatéralement près du nodule médian. Longueur : 40 à $60\ \mu$ (Fig. 22).

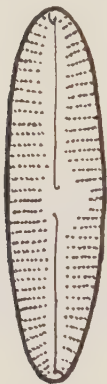


FIGURE 22.

Navicula viridis Kütz., var. *commutata* Grun.
(gross. 1.500).

Vue valvaire.

Navicula cincta (Ehr.) Kütz.

Valve lancéolée, très étroite, à extrémités arrondies, obtuses ; nodule médian entouré d'une aire hyaline un peu étendue transversalement, stries délicates, environ 12 en $10\ \mu$, celles autour du nodule beaucoup plus distantes.

Habitat. — Eaux douces et saumâtres.

Les échantillons de la source « Cornélie », peu abondants, ont une longueur d'environ $27\ \mu$ sur une

largeur d'environ 6μ . Ils appartiennent à la variété *Heufleri*.

Navicula cincta (Ehr.) Kütz. var. **Heufleri** Grunow. — Plus petit, à espace médian rond, à stries plus robustes et plus distantes, environ 10 en 10μ . Largeur 20-25 μ (Fig. 23).

FIGURE 23.

Navicula cincta Kütz., var. *Heufleri* Grun.
(gross. 1.500).



Navicula rhynchocephala Kütz.ing.

Valve largement lancéolée, à extrémités fortement acuminées-capitées. Nodule médian entouré d'une

FIGURE 24.

Navicula rhynchocephala Kütz. (gross. 1.500).
Vue valvaire.



aire hyaline arrondie. Stries robustes, manifestement divisées en travers, insensiblement écourtées autour du nodule médian, les médianes radiantes, les termi-

nales faiblement convergentes, environ 9 à 12 en 10 μ .
Largeur environ 50 à 60 μ (Fig. 24).

Habitat. — Eaux saumâtres, douces et thermales.

Assez abondant dans la source « Cornélie » ; a une longueur moyenne de 50 μ sur une largeur de 15 μ .

Navicula elliptica Kützing.

Valve ovale-elliptique ou oblongue-elliptique. Raphé robuste, entouré d'une aire hyaline assez étroite, brusquement élargie autour du nodule médian, sillons très rapprochés du raphé, suivant les contours de la zone hyaline ; stries formées de grosses punctuations, droites au milieu de la valve et devenant peu à peu radiant vers les extrémités ; au nombre de 11 environ en 10 μ . Longueur : 25 à 35 μ . Largeur : 13 à 15 μ .

Habitat. — Eaux douces et saumâtres ; assez commun.

Trouvé à Vichy dans la source « Cornélie ». Il a une longueur de 27 μ sur une largeur de 8 μ .



FIGURE 25.

Navicula elliptica Kütz. (gross. 1.500).
(forme voisine de la variété *oblongella* Næg.
Vue valvaire.

Il est très voisin de la var. **oblongella** Nægelli. —
Petite, très élargie, environ 16 stries en 10 μ . Longueur
20 μ , largeur 9 μ (Fig. 25).

Navicula mutica Kützing.

Valve elliptique ou elliptique-lancéolée. Raphé entouré d'une étroite zone hyaline, qui, autour du nodule médian, se dilate en un pseudo-stauros sur l'un des côtés duquel se voit une grosse perle isolée. Stries radiantés, à ponctuations bien marquées ; au nombre d'environ de 15 à 18 en 10μ ; largeur environ 7μ .

Habitat. — Eaux douces et saumâtres.



FIGURE 26.

Navicula mutica Kütz. (gross. 2.000)
(forme voisine de la variété *ventricosa*).
Vue valvaire.

L'échantillon provenant de la source « Cornélie » mesure 18×5 , $5-6\mu$. Cette plante est assez voisine de la var. **ventricosa** Van Heurck. — Valves à extrémités rostrées-capitées (Fig. 26).

Navicula ambigua Ehrenberg.

Valve largement lanceolée, à extrémités rostrées-capitées, stries transversales légèrement radiantés, presque perpendiculaires au raphé, fines, atteignant presque le raphé, au nombre de 14 en 10μ . Stries longitudinales fines, plus serrées. Largeur 15μ . Longueur 60 à 70μ (Fig. 27).

Cette espèce n'est peut-être qu'une variété du *Navicula cuspidata* Kütz. dont elle ne diffère guère que par ses extrémités rostrées-capitées et sa taille plus petite.

Se trouve à Vichy dans les 3 sources d'eau chaude du Dôme :

Dans la source « Cornélie » cette espèce est très peu abondante.

FIGURE 27.

Navicula ambigua Ehr. (gross. 1.000).
Vue valvaire.



Dans la source des « Lys » elle est peu abondante.

Dans la source du « Dôme » (eau la plus chaude) elle est assez abondante.

Genre **Achnanthes** Bory, 1822.

Valves naviculoïdes, dissemblables, à raphé droit. Valve supérieure n'ayant qu'un pseudo-raphé sans nodules; valve inférieure ayant un vrai raphé et des nodules médians et terminaux. Frustules à face frontale courbée en genou; individus solitaires, géminés ou réunis en bandes.

Achnantes coarctata Brébisson.

Valves linéaires-elliptiques, contractées à la partie médiane et un peu avant les extrémités qui sont subcapitées, subtronquées-arrondies; valve supérieure à

raphé très excentrique, à stries, distinctement ponctuées, au nombre de 12-14 en $10\ \mu$, paraissant devenir obliques à partir de la partie médiane; valve inférieure à stauros large, ayant de 13 à 15 stries en $10\ \mu$. Longueur: $10-40\ \mu$ (Fig. 28).

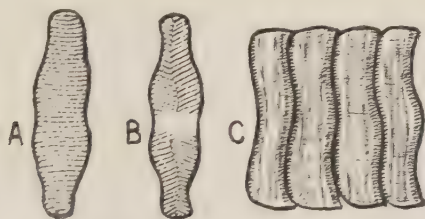


FIGURE 28. — *Achnanthes coarctata* Bréb. (gross. 2.000).
A. Vue valvaire supérieure ; B. Vue valvaire inférieure ; C. Vue frontale ; frustules réunis en bande.

Habitat. — Comme dans les eaux douces.

Cette espèce est peu abondante dans les eaux du groupe hyperthermal de Vichy; on en trouve quelques individus seulement dans la source « Cornélie ».

Longueur de 20 à $22\ \mu$; largeur de 6 à $7\ \mu$.

Genre **Surirella** Turpin, 1827.

Valves cunéiformes, réniformes, elliptiques ou linéaires, parfois ayant un pseudo-raphé linéaire ou lancéolé, munies de côtes courtes ou atteignant le pseudo-raphé, et d'une carène submarginale plus ou moins grande; pseudo-raphé dans les deux valves. Face frontale, montrant des ailes produites par la carène saillante.

Surirella ovalis Brébisson.

Valve ovale, elliptique ou oviforme, à côtes margi-

nales courtes, étroites, au nombre de 5 en 10 μ . Pseudo-raphé étroit. Stries assez délicates, au nombre de 18 environ en 10 μ . Face frontale faiblement cunéiforme, à ailes peu visibles. Longueur 50 à 80 μ (Fig. 22).

Habitat. — Eaux douces et saumâtres; commune partout. La variété *ovata* Kütz, plus petite que le type



FIGURE 29.

Surirella ovalis Breb. var. *ovata* Kütz.
(gross. 1.000).

Vue valvaire.

(40-50 μ) est tout à fait oviforme. C'est cette variété surtout qu'on trouve à Vichy dans la source « Cornélie » (Fig. 29).

Genre **Nitzschia** (Hass. et Sm.) Grunow, 1880.

Valves munies d'une carène, à points carénaux courts ou prolongés en côtes courtes, rarement traversant toute la valve. Carènes des deux valves opposées diagonalement. Frustules libres, rarement renfermés dans des tubes ou réunis en table.

Ce genre comprend un très grand nombre d'espèces.

Nitzschia apiculata (Greg) Grunow.

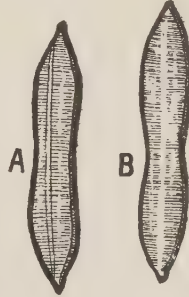
Valve très étroitement linéaire, étroite, généralement faiblement contractée vers le milieu; extrémités

cunéiformes-rostrées ; sillon étroit, très apparent ; stries fines, environ 16 à 17 en $10\ \mu$, très délicates dans le sillon, points carénaux absents ou indistincts. Longueur 25 à $50\ \mu$, largeur des valves, moins de $10\ \mu$ (Fig. 30).

FIGURE 30.

Nitzschia apiculata Grun. (gross. 1.500).

- a) Epivalve.
b) Hypovalve.



Habitat. — Eaux douces et saumâtres, eaux thermales. Cette espèce a été trouvée dans l'eau de la vasque du Dôme où elle est très abondante. Elle a une longueur variant entre 20 et $37\ \mu$.

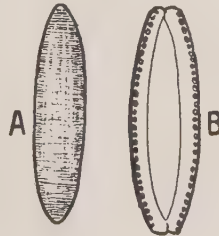
***Nitzschia communis* Rabenhorst.**

Valves un peu allongées, à extrémités brusquement diminuées, non rostrées. Points carénaux très marqués, environ 10 à 11 en $10\ \mu$. Longueur 25 à $35\ \mu$. Largeur des valves $5\ \mu$. Largeur de la face frontale $8\ \mu$. (Fig. 31).

FIGURE 31.

Nitzschia communis Rab. (gross. 1.500).

- a) Vue valvaire.
b) Vue connective.



Habitat. — Commune dans les eaux douces. A Vichy, dans la source du Dôme, cette espèce a une longueur de 25 à 30 μ . Elle est peu abondante.

Nitzschia frustulum (Kütz.) Grunow.

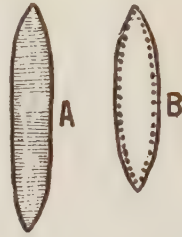
Valves étroitement lancéolées ou linéaires; 9 à 10 points carénaux et 20 à 22 stries en 10 μ . Longueur: 20 à 40 μ ; largeur: environ 10 μ (Fig. 32).

FIGURE 32.

Nitzschia frustulum (Kütz.) Grun.
(gross. 1.500).

a) Vue valvaire.

b) Vue connective.



Habitat. — Eaux douces et saumâtres. A Vichy, cette espèce est abondante dans la source « Cornélie » ; elle mesure 30×9 μ .

Genre **Cyclotella** Kützing, 1833.

Valve à disque divisé en deux parties, l'extérieure annulaire, à stries lisses (côtes) ou ponctuées, plus ou moins fines, parfois entremêlées de petites épines, toujours sans pseudo-nodule ; centre souvent bulleux, lisse ou granulé, à granules épars ou rayonnés. Face connective droite ou ondulée. Frustules non réunis en bandes.

Cyclotella kutzingiana Chauvin.

Valve à côtes marginales fines, à centre très finement ponctué, à ponctuation épaisse avec quelquefois

1 à 3 gros points isolés. Face connective fortement ondulée. Stries 12-14 en 10μ . Diamètre: 12,5 à 25μ (Fig. 33).



FIGURE 33.

Cyclotella kützingiana Chauv. (gross. 1.500).
Vue valvaire.

Habitat. — Eaux douces, commune partout.

Assez commune à Vichy (source Cornélie) où cette espèce a, en moyenne, un diamètre de 18μ .

III. — CYANOPHYCEES

Chamaesiphonales.

DERMOCARPACEES

Genre **Chamaesiphon** A. Br. et Grun., 1855,
em. Geitler.

Plantes unicellulaires, solitaires ou sociales, épiphytes sur les autres végétaux aquatiques; cellules ovoïdes, pyriformes ou cylindriques, parfois très allongées, s'élargissant souvent de la base au sommet; téguement mince; pas de division végétative; multiplication uniquement par exospores se détachant les unes après les autres de la région apicale grâce à une rupture du téguement qui s'écarte et prend l'aspect d'une gaine ouverte; formation des exospores par divisions successives de la cellule, parfois suivant trois directions, ou le plus souvent, suivant la seule direction transversale.

Chamaesiphon incrustans Grunow.

La diagnose la plus récente et la mieux au point de cette espèce a été rédigée par Lothar GEITLER. Nous la transcrivons d'après son dernier travail: *Cyano-phyceae in Rabenhorst's Kryptogamenflora*, Bd XIV, p. 433 (1932).

Sporangien einzeln oder gesellig, keulenförmig, bis fast zylindrisch, gerade oder leicht gekrümmt, an der Basis 1-3, am Scheitel bis 8,5 μ breit, 7,30 μ long, blaugrüne oder olivengrün, in der Seentiefe und an Schattigen Standorten oft oder weniger rotviolett. Pseudovagina mehr dunn, fest farblos. Exosporen meist zu 1-3; selten zu meheren.

Sporanges solitaires ou grégaires, claviformes ou presque cylindriques, droits ou légèrement courbés, larges de 1-3 μ à la base, pouvant avoir jusqu'à 8,5 μ de large au sommet, longs de 7-30 μ , d'un vert bleuâtre ou olivâtre, plus ou moins rouge-violacé au fond des lacs et dans les stations ombragées. Fausse gaine mince, ferme, incolore. Exospores par 1-3, rarement davantage (Fig. 34).

Habitat. — Eaux courantes et stagnantes, douces, saumâtres, thermales; épiphyte sur les Algues filamenteuses et les autres plantes aquatiques. Cosmopolite. — A Vichy, sur *Rhizoclonium hieroglyphicum* de la source « Cornélie ».

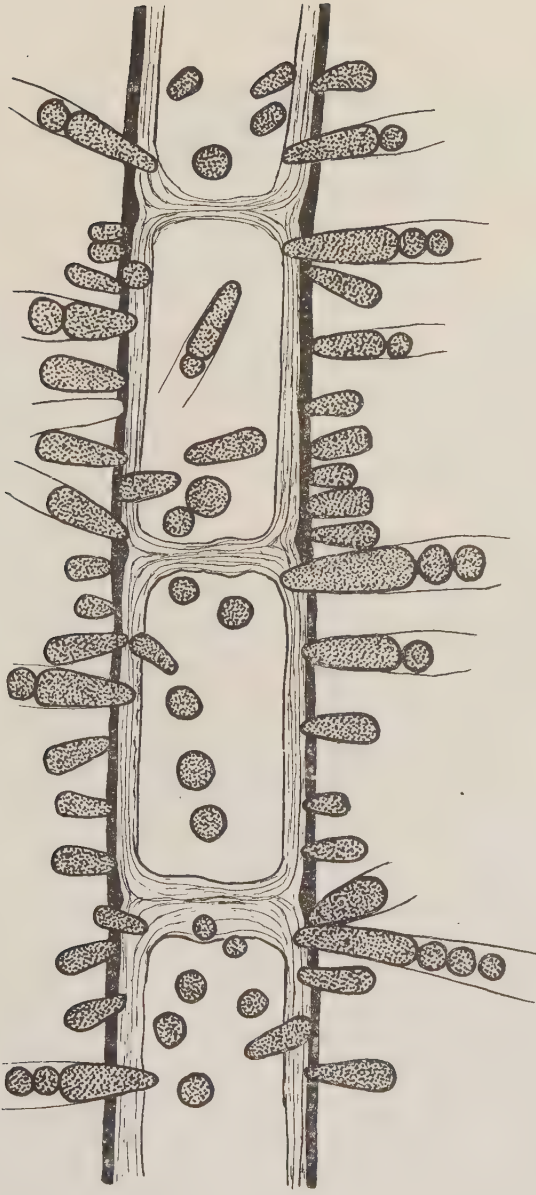


FIGURE 34. — *Chamaessiphon incrustans* Grun. (Gross. 1.500).
Espèce épiphyte sur un filament de *Rhizoclonium hieroglyphicum*.

Hormogonéales.

OSCILLATORIACEES

Genre **LYNGBYA** Ag., 1824.

(Syst. Alg., page XXV.)

GOMONT, Monographie, II, p. 118 (tiré à part, p. 138).

Trichomes engainés, simples; gaines fermes, incolores ou, beaucoup plus rarement, colorés; filaments libres, tantôt isolés, tantôt réunis en masses floconneuse ou étendues.

Lyngbya Nordgaardii Wille, Algal. Notizen, XXVIII (Magaz. f. Naturxidensk., I, VI, 1918, p. 32 ; *Lyngbya epiphytica* Wille non Hierom., *ibid.*, LI, 1913, p. 22-25, pl. I, fig. 14-17).

Caespituli minimi, floccosi, griseo-violacei vel griseo-fusci. Fila modice elongata, recta aut plus minusve arcuata, filis Rhizoclonii adnata. Vaginae tenues, arctae, leves, chlorozincico iodurato non caerulescentes. Trichomata griseo-violacea, torulosa, 1,5-2 μ crassa, apice haud attenuata; articuli quadrati vel diametro ad duplo breviores; cellula apicalis rotundata, membranam superne non incrassatam praebens; protoplasma non granulosum.

Petites touffes minimales, floconneuses, d'un violet grisâtre ou brunâtre. Filaments peu allongés, droits ou plus ou moins arqués, attachés aux filaments des *Rhizoclonium*. Gainées minces, étroites, lisses, ne bleuissant pas sous l'action du chloroiodure de zinc. Trichomes d'un violet grisâtre, toruleux, épais de 1,5

à 2 μ , non atténués au sommet; articles carrés ou jusqu'à 2 fois moins longs que larges; cellule apicale arrondie, à membrane supérieure non épaissie; protoplasma non granuleux (Fig. 35).

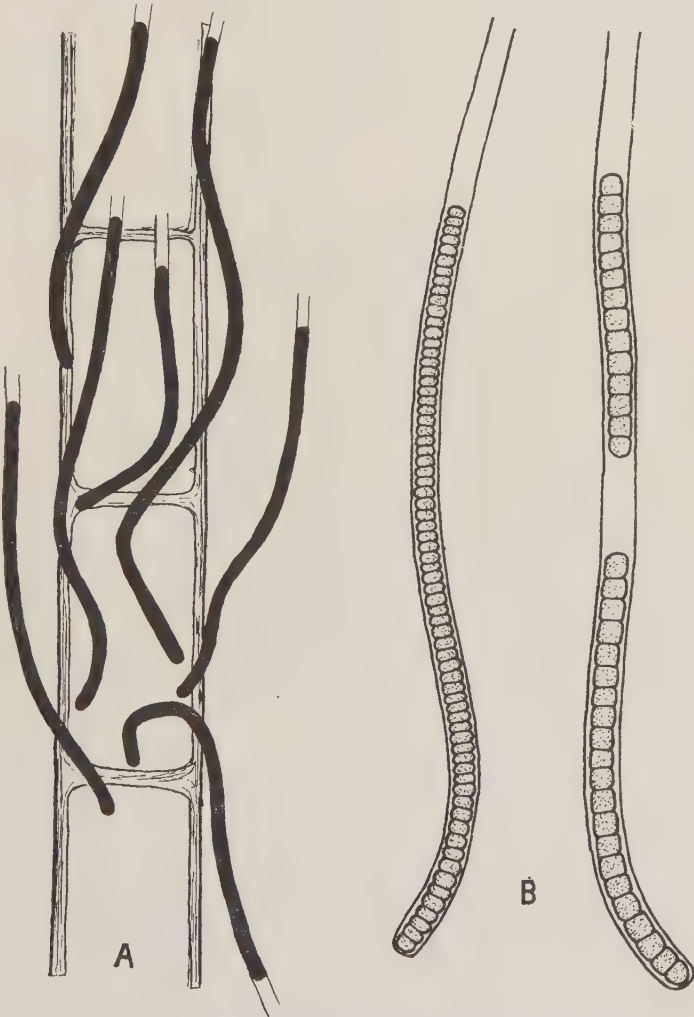


FIGURE 35. — *Lyngbya Nordgaardii* Wille (gross. 2.000).

A. Disposition des filaments sur ceux du *Rhizoclonium hieroglyphicum* (gross. 200). — B. Deux filaments isolés de *Lyngbya Nordgaardii* (gross. 1.000).

Habitat. — Eaux saumâtres et eaux douces, épiphyte sur d'autres espèces d'algues filamenteuses.

Distribution géographique. Mal connue. Cette espèce n'avait pas été signalée dans les eaux thermales. A Vichy, elle est épiphyte sur *Rhizoclonium hieroglyphicum* de la source « Cornélie ».

Bien qu'ayant une teinte bleuâtre et non violacée, la plante de Vichy ne diffère pas, par sa structure, du type de WILLE.

Lyngbya Nordgaardii est assez voisine de *Lyngbya epiphytica* Hieronymus. Mais, chez cette dernière, les articles ne sont pas rétrécis aux articulations.

Genre **PHORMIDIUM** Kütz., 1843.

(Phyc. gen., p. 190, GOMONT, Monogr., II, p. 157
(tiré à part, p. 177).

Filaments simples, accolés entre-eux et formant ainsi des plaques souvent étendues, fixées ou flottantes; gaines minces, hyalines, agglutinées, plus ou moins muqueuses, partiellement ou totalement diffluentes; trichomes de forme variable, mais jamais nettement spiralés.

Phormidium purpurascens Gomont, Monogr. II, p. 166 (tiré à part, p. 186), pl. IV, fig. 19.

Stratum compactum, coriaceum, fusco-violaceum. Fila valde tortuosa, arcte intricata. Vaginae initio arctae, papyraceae, demum diffluentes et agglutinatae, chlorozincico iodurato non coerulescentes. Trichomata pallide fusco-violacea, apice nec attenuata, nec curvata, ad genicula, haud constricta, 1,5 ad 2,5 μ cras-

sa; articuli subquadrati vel diametro fere ad duplo longiores, 2 ad 4,5 μ longi, dissepimenta quaternis granulis protoplasmaticis notata; cellula apicalis rotundata; calyptra nulla.

Couche compacte, coriace, d'un violet brunâtre. Filaments très tortueux, étroitement enchevêtrés. Gaines d'abord étroites, papyracées, finalement diffuentes et agglutinées, ne bleuissant pas sous l'action du chloroiodure de zinc. Trichomes d'un violet-brunâtre pâle, ni atténués ni courbés au sommet, non rétrécis aux articulations, articles subcarrés ou jusqu'à presque deux fois plus longs que larges, longs de 2 à 4-5 μ , cloisons marquées par 4 granules protoplasmiques; cellules apicales arrondies; pas de coiffe (Fig. 36).

Habitat. — Rochers suintants, pierres dans les catactes; eaux thermales.

Distribution géographique. — Europe, Afrique du Nord; probablement cosmopolite.

Cette plante récoltée sur le pourtour de la vasque de la source « Cornélie », dans l'eau, à une température de 41°, présente un thalle plus ou moins encrouté de calcaire. Il n'est pas violacé comme chez le type; mais ses trichomes sont bien conformes à ceux de celui-ci, comme l'abbé FRÉMY l'a constaté en le comparant aux échantillons des thermes euganéens récoltés par Meneghini, et à ceux de Baden récoltés par MARTENS (*in herb. LENORMAND, Caen*). Les trichomes ont une épaisseur moyenne de 2 μ , les cloisons sont bordées de chaque côté par deux granules protoplasmiques. D'ailleurs, la coloration du thalle des Cyanophycées est un caractère tout à fait secondaire

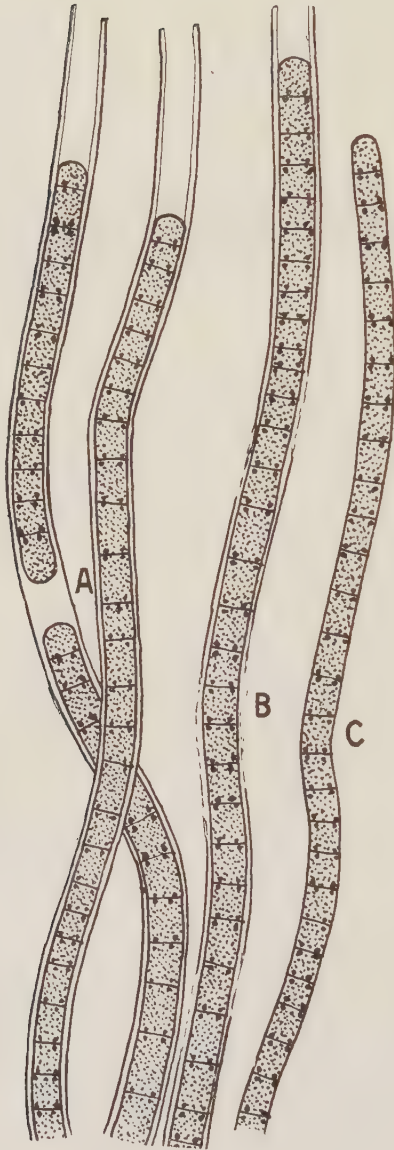


FIGURE 36. — *Phormidium purpurascens* Gom. (gross. 2.000).
A. Trichomes engainés. — B. Trichome avec gaine en voie de
gélification. — C. Trichome dépourvu de gaine, celle-ci, totalement
gélifiée.

et qui dépend avant tout des conditions extérieures. Même phénomène a été signalé par l'abbé FRÉMY à propos du *Phormidium luridum* Gomont. (*Archives de botanique*, t. II, Bull. mensuel n° 3, pp. 53-54, mars 1928).

Habitat. — Eaux douces, eaux thermales; plus rarement eaux saumâtres. Cosmopolite.

Phormidium tenue Gomont, Monogr., II, p. 169 (tiré à part, p. 189), pl. IV, fig. 23-25.

Stratum laete aeruginosum, tenue, membranaceum, expansum. Fila elongata, subrecta, dense intricata. Vaginae tenues in mucum fibrosum demum diffluentes, chlorozincico iodurato caerulescentes. Trichomata laete aeruginosa, recta, ad geniculata leviter constricta, plerumque indistincte articulata, apice initio recta; deinde uncinata et attenuata, haud capita, 1 ad 2 μ crassa; articuli diametro trichomatis ad triplo longiores, 2,5 ad 5 μ longi; protoplasma homogenum; cellula apicalis demum acute conica; calyptra nulla.

Thalle en plaques d'un vert-érugineux clair, minces, membraneuses, étalées. Filaments allongés, presque droits, densément enchevêtrés. Gainnes minces, se transformant finalement en mucus fibreux, bleuissant sous l'action du chloroiodure de zinc. Trichomes d'un vert-érugineux clair, droits, légèrement rétrécis aux articulations; d'abord à sommet droit, puis unciné et atténué, non capité, épais de 1 à 2 μ ; articles pouvant être jusqu'à trois fois plus longs que larges, longs de

1-5 à 5 μ . Protoplasma homogène ; cellule apicale devenant finalement conique, pas de coiffe (Fig. 37).

Habitat. — Eaux douces, saumâtres et thermales ; à Vichy, dans les trois sources du groupe hyperthermal.

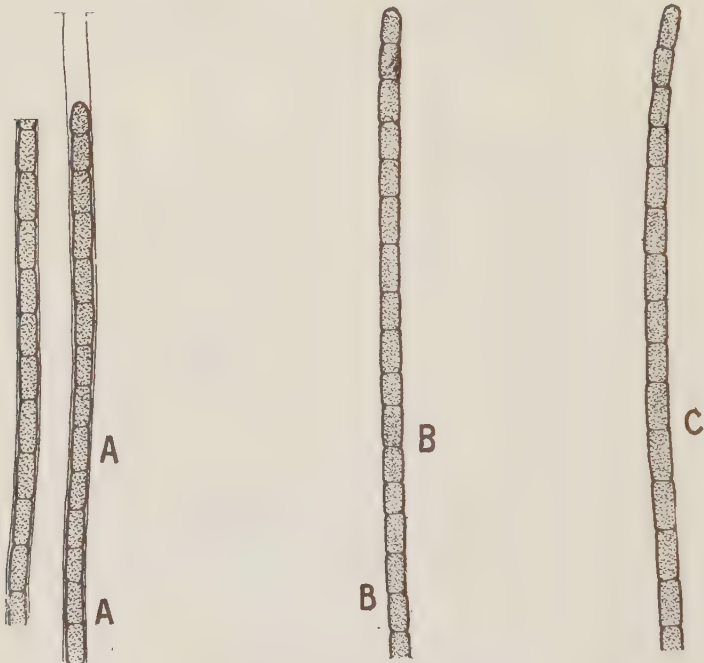


FIGURE 37. — *Phormidium tenue* Gom. (gross. 2.000).

A. Trichome engainé. — B. Trichome à sommet droit, dépourvu de gaine. — C. Trichome à sommet légèrement courbé, dépourvu de gaine.

Circinata Fremy n. fa in litt mihi.

Filis dense spiraliter circinatis.

Filaments enroulés en spirales serrées.

Chez cette forme les filaments sont enroulés à la manière d'une corde mise en paquet (Fig. 38).

Cette forme, que nous ne pensons pas avoir été jusqu'ici mentionnée, se trouve çà et là mélangée au type. Elle est particulièrement abondante dans la source des « Lys ».

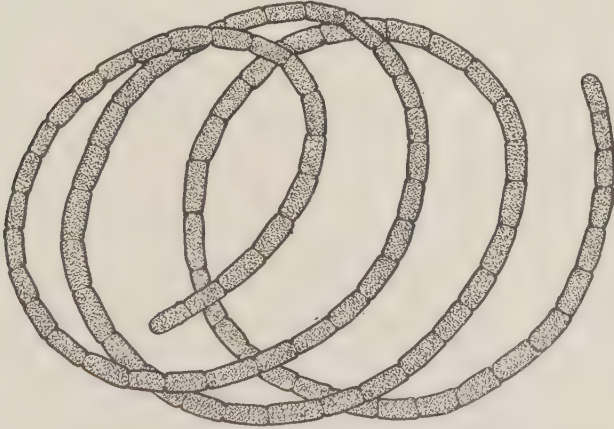


FIGURE 38. — *Phormidium tenue* Gom. fa *circinata* Frémy
(forme inédite).

A part cet enroulement, les filaments ne diffèrent en rien des filaments ordinaires. Entre ceux-ci d'ailleurs et les filaments enroulés on peut observer de nombreux intermédiaires.

M. l'abbé FRÉMY a plusieurs fois remarqué ce mode d'enroulement chez les Cyanophycées filamenteuses, surtout chez celles vivant dans les eaux thermales. En particulier, ce phénomène n'est pas rare chez le *Mastiglocadus laminosus* Cohn, et J. BOYE-PETERSEN (Fresh-Water Algae of Iceland, 1923, p. 308, fig. 15c) a décrit et figuré une forme *phormidioïdes* de cette plante, enroulée d'une manière absolument identique à celle qui nous occupe en ce moment.

Un certain nombre d'Oscillariées enroulées-spiralées ont été décrites comme espèces autonomes : telle en particulier *Lyngbya contorta* Lemmermann et *Lyngbya circumcreta* G. S. West. Il pourrait se faire que ces espèces soient de simples formes enroulées d'espèces antérieurement décrites.

Quelle est la cause de cet enroulement ? Je suppose qu'il provient d'une action mécanique exercée par le mouvement de l'eau.

J.-B. PETERSEN (*loc. cit.*) dit n'avoir pas vu dans les échantillons par lui étudiés, l'atténuation et la courbure mentionnées par GOMONT sur les trichomes de *Phormidium tenue*. Il ne les a pas trouvés non plus dans les échantillons d'*exsiccata*. M. FRÉMY, lui aussi, ne les a vus que très rarement, et alors, il s'est demandé si ces phénomènes ne tiendraient pas à un défaut de fixation ou à une déformation par l'effet de la dessiccation.

De même sur le vivant, le rétrécissement des trichomes de *Phormidium tenue* aux articulations est très difficilement visible.

En Islande, le *Phormidium tenue* a été trouvé vivant dans des eaux marquant 85° C.

Phormidium ambiguum Gomont. Monogr., II, p. 178 (tiré à part, p. 198), pl. V, fig. 10.

Stratum plus minusve expansum, atrum vel luteo-viride aut aerugineum. Fila elongata, flexuoso-curvata, varie intricata. Vaginae firmæ aut mucosæ et diffluentes, interdum crassæ et lamellosæ, chloro-

zincico iodurato caerulescentes. Trichomata aeruginosa, ad genicula leviter constricta, 4 ad 6 μ crassa, apice recta, neque attenuata neque capitata; articuli diametro trichomatis ad quadrupolo breviores, 1,5 ad 2,7 μ longi, granulis protoplasmaticis dissepimenta nonnumquam obducentibus farcti, dissepimenta raro granulata; cellula apicalis rotundata, membranam superne leviter incrassatam praebens.

Plaques plus ou moins étendues, noires, d'un jaune verdâtre ou érugineuses. Filaments allongés, courbés, flexueux, diversement enchevêtrés. Gaines fermes ou bien muqueuses et diffuentes, parfois épaisses et lamelleuses, bleuisant sous l'action du chloroiodure de zinc. Trichomes érugineux, légèrement rétrécis aux articulations, épais de 4-6 μ , droits au sommet qui n'est ni atténué ni capité. Articles jusqu'à 4 fois moins longs que larges, longs de 1,5 à 2,7 μ , remplis de granulations protoplasmiques qui cachent parfois les cloisons; cloisons rarement granuleuses; cellule apicale arrondie, à membrane légèrement épaissie en haut (Fig. 39).

Habitat. — Cette espèce vit dans les eaux douces, saumâtres et thermales. Elle est cosmopolite. On pourrait facilement la confondre avec des *Lyngbya*; elle en diffère surtout en ce que ses filaments au lieu d'être libres sont collés entre eux. — A Vichy, dans les trois sources du groupe hyperthermal.

Les échantillons prélevés à la source du Dôme ont ordinairement leurs gaines totalement diffuentes; leurs trichomes sont épais de 5 μ .

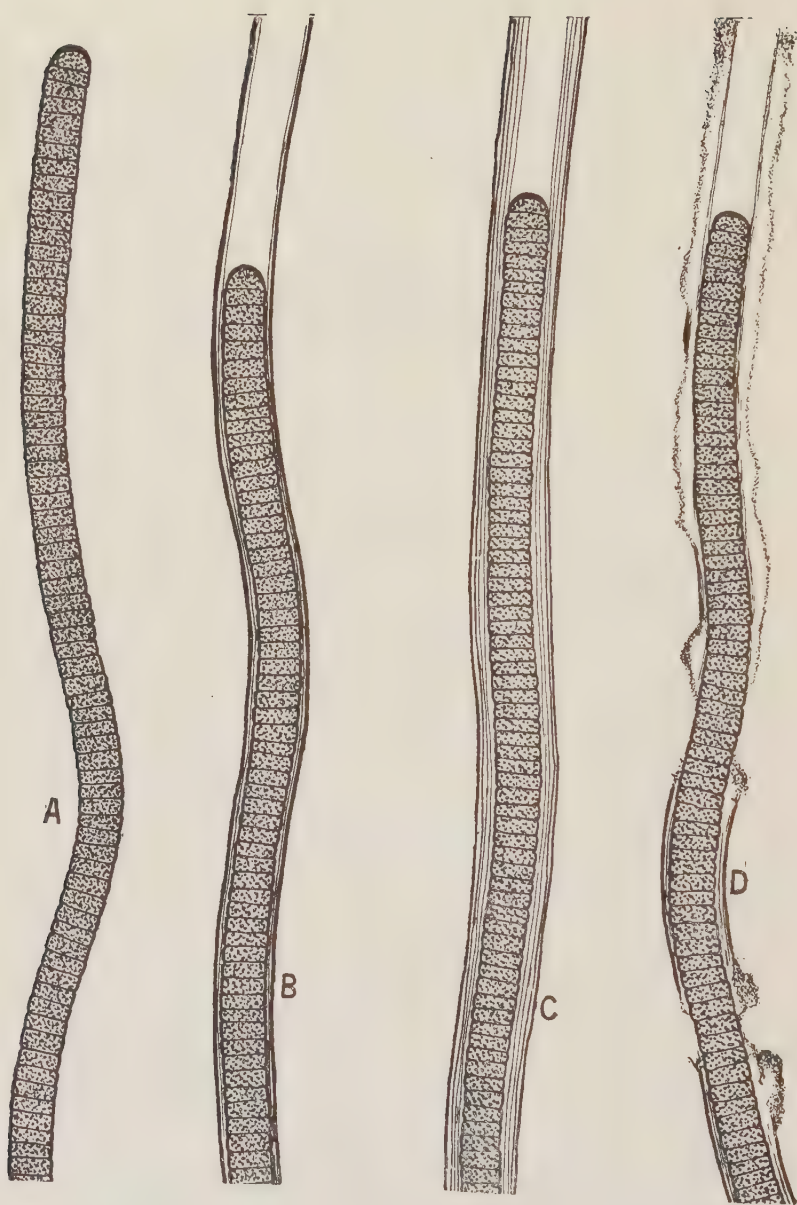


FIGURE 39. — *Phormidium ambiguum* Gom. (gross. 2,000).
 A. Trichome sans gaine. — B. Trichome avec gaine mince. — C. Trichome à gaine épaisse. — D. Trichome à gaine en partie transformée en mucus.

Phormidium uncinatum Gomont, Monogr., II, p. 184 (tiré à part, p. 204), pl. V, fig. 21-22. = *Oscillaria uncinata* Ag., Flora, X, p. 631, 1827.

Stratum late expansum, atrovirens aut fusco vel rufo-nigrescens, adhaerens, tenue, firmum, etiam fluitans, basi adfixum, crassum, laciniatum. Fila recta aut subflexuosa, Vaginae mucosae, agglutinantes, distinctae aut in mucum amorphum abundantem omnino diffuentes, chlorozincico iodurato non caerulescentes. Trichomata aeruginea, ad genicula non constricta, 6 ad 9 μ crassa, apice breviter attenuata, eximie capitata, curvata aut breviter spiralia; articuli diametro duplo ad triplo breviores, raro subquadrati; 2 ad 6 μ longi; dissepimenta frequenter granulosa; cellula apicalis calyptram rotundatam aut depresso-conicam praebens.

Couche largement étalée, d'un vert noirâtre, brunâtre ou roussâtre, adhérente, mince, ferme, ou bien encore, fixée à la base et flottant sur les côtés qui sont alors assez grossièrement laciniés. Filaments droits ou subflexueux. Gaines muqueuses, agglutinantes, distinctes ou se transformant totalement en un mucus amorphe ne bleuisant pas sous l'action du chloroiodure de zinc. Trichomes érugineux, non rétrécis aux articulations, épais de 6 à 9 μ , brièvement atténués au sommet, nettement capités, courbés ou brièvement spiralés, articles 2 à 3 fois moins longs que larges, rarement subcarrés, longs de 2 à 6 μ ; cloisons souvent granuleuses (Fig. 40).

Habitat. — Ruisseaux, rochers humides ou suintants,



FIGURE 40. — *Phormidium uncinatum* Gom. (gross. 2.000).
 A. Trichome à gaine mince. — B. Trichome à gaine en voie de
 se transformer en mucus. — C, D, E. Trois trichomes non engai-
 nés .

chutes d'eau; mares, parfois eaux saumâtres; accidentellement eaux thermales. Cosmopolite. — A Vichy, source du Dôme, seulement.

Plusieurs auteurs, et en particulier Jolis. SCHMIDT (Danmark's blaagrønne Alger, Hormogoneae, in Bot. Tidsskr., Bd 22, 1889, p. 348) ont cru devoir réunir cette espèce à la précédente. Il y a, en effet, entre les deux, de grandes ressemblances, mais aussi quelques différences qui ne sont pas négligeables. Dans sa remarque *Monographie*, p. 206, GOMONT le notait avec précision : « Ce n'est pas sans hésitation que je me suis décidé à séparer le *Phormidium uncinatum* de l'espèce suivante (*Phormidium autumnale*), tant il existe d'intermédiaires entre les types extrêmes. Cependant, si l'on examine avec attention l'ensemble des formes se rapportant à ces deux espèces, on constate que celles dont le trichome offre le plus fort diamètre et se recourbe nettement en crochet à l'extrémité, affectionnent les stations aquatiques et particulièrement les eaux à courant rapide. Chez les formes terrestres au contraire, si fréquentes dans les endroits habités, le trichome est relativement mince, à peine courbé, ou même droit dans sa partie supérieure. Il m'a paru qu'il y avait là un ensemble de caractères constants, liés à un genre de vie distinct, et qui, tout en étant d'une appréciation délicate, pouvaient être discernés. Il n'en est pas moins vrai qu'il se rencontre çà et là des échantillons intermédiaires dont la détermination reste douteuse. »

Aucun fait précis n'est venu, croyons-nous, infirmer la valeur de ces remarques.

Genre **OSCILLATORIA** Vauch., 1803.

(Histoire des Conferves, p. 165; GOMONT, Monographie, II, p. 198 (tiré à part, p. 218).

(Histoire des Conferves, p. 165, GOMONT, Monographie, II, p. 198, tiré à part, p. 218).

Trichomes libres, ordinairement dépourvus de gaines, droits ou plus ou moins onduleux, mais jamais spiralés sur toute leur longueur.

Oscillatoria tenuis Agardh, Alg. dec., II, p. 25, 1813; GOMONT, Monogr., II, p. 220 (tiré à part, p. 240), pl. VII, fig. 2-3).

Stratum tenue, pulchre aut rarius obscure aeruginum. Trichomata laete aeruginosa, recta, fragilia, ad genicula vulgo leviter constricta, 4 à 10 μ crassa, apice recta vel arcuata, neque attenuata neque capitata; articuli subquadrati vel diametro trichomatis ad triplo breviores, 2-6 ad 5 μ longi; dissepimenta plerumque lineis geminis granulato-punctatis ornata; cellula apicalis superne convexa, membranam supernam paululum incrassatam praebens.

Couche mince, d'un vert-érugineux clair, plus rarement sombre. Trichomes d'un joli vert-érugineux, droits, fragiles, d'ordinaire légèrement rétrécis aux articulations, épais de 4 à 10 μ , droits ou arqués au sommet, ni atténués ni capités; articles subcarrés ou jusqu'à 3 fois moins longs que larges; cloisons ordinairement bordées de deux lignes granulees-punctuées; cellule apicale à membrane supérieure un peu épaissie (Fig. 41).



FIGURE 41.
Oscillatoria tenuis Ag.
(gross. 1.500).



FIGURE 42.
Oscillatoria amphibia Ag.
(gross. 2.000).

Habitat. — Eaux froides et thermales, parfois eaux saumâtres. Cosmopolite.

Cette espèce présente 2 variétés principales :

Var. *natans*. GOMONT (*loc. cit.*). — Trichomes épais de 6-10 μ ;

b. Var. *tergestina* Rab. — Trichomes épais de 4-6 μ .

La plante de Vichy, épaisse de 6 μ , est intermédiaire entre ces 2 variétés. Elle n'existe que dans la source « Les Lys ».

Oscillatoria amphibia Agardh, Flora, 1827, p. 632; GOMONT, Monogr., II, p. 221 (tiré à part, p. 241), pl. VII, fig. 45.

Stratum tenue, pulchre aerugineum. Trichomata dilutissime aeruginea, recta aut arcuata, fragilia, ad genicula haud constricta, 2 ad 3 μ crassa, ad extremitatem longe arcuata, apice neque attenuata neque capitata; articuli diametro trichomatis duplo ad triplo longiores, 4 ad 8,5 μ longi; dissepimenta vulgo binis granulis protoplasmaticis notata; cellula apicalis superne rotundata, calyptra nulla.

Masses étalées, minces, d'un beau vert-érugineux; trichomes d'un vert-érugineux très pâle, droits ou arqués, fragiles, non rétrécis au niveau des articulations, épais de 2-3 μ , longuement arqués vers leur extrémité, mais ni atténués ni capités; articles 2-3 fois plus longs que larges, longs de 4,8-5 μ , cloisons ordinairement accompagnées de deux granules; cellule apicale à sommet arrondi, sans coiffe (Fig. 42).

Habitat. — Eaux stagnantes ou à cours lents, dou-

ces, saumâtres et thermales, souvent mélangé aux autres algues. — A Vichy, source « Les Lys » et source « Cornélie ».

Distribution géométrique. — Cosmopolite.

Oscillaria geminata Menegh, Conspect Algol. enganeae, p. 9, 1837; GOMONT, Monogr., II, p. 122 (tiré à part, p. 242, pl. VII, fig. 6, 1893).

Stratum sordide luteo-viride. Trichomata pallide aeruginea, passim circinata, subfragilia, ad genicula eximie constricta, 2,3 ad 4 μ crassa, apice recta vel arcuata, neque attenuata neque capitata; articuli valde inaequales, quadrati aut saepius diametro longiores, 2-3 ad 16 μ longi; protoplasma paucis granulis crassis et refringentibus conspersum, dissepimenta pellucida, haud granulata, cellula apicalis rotundata; calyptra nulla.

Masses étalées, d'un vert-jaunâtre sale ; trichomes érugineux-pâles, arqués de place en place, enroulés en cercle, assez fragiles, nettement rétrécis au niveau des articulations, épais de 2-3-4 μ , droits ou arqués au sommet, mais ni atténués ni capités ; articles renfermant un petit nombre de gros granules réfringents ; cloisons translucides non granuleuses ; cellules apicales à sommet arrondi, sans coiffe (Fig. 43).

Habitat. — Eaux thermales ; plus rarement eaux douces et stagnantes.

Distribution géographique. — Europe, Amérique du Nord, Siam, Sumatra ; toute l'Afrique, probablement cosmopolite.

A Vichy, source « Cornélie ».

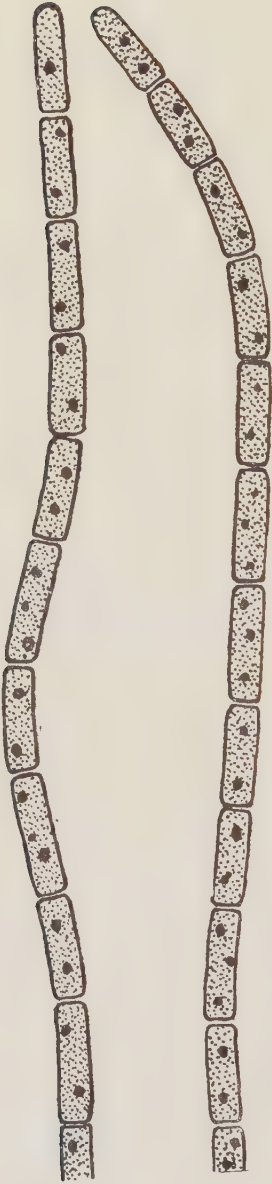


FIGURE 43.
Oscillatoria geminata Menegh.
(gross. 2,000).

Oscillatoria brevis Kütz.; Phyc. gen., p. 186; Gom., Monogr., II, p. 229 (tiré à part, p. 249), pl. VII, fig. 15-14.

Trichomata aeruginosa, sparsa aut in stratum olivascens agglomerata, eximie recta, fragilia, ad genicula haud constricta, 4 ad 6,5 μ crassa, apice haud capitata, subacute et breviter attenuata, uncinata vel tortuosa, passim cellulis inflato-torulosis et refringentibus interrupta, articuli diametro trichomatis duplo ad triplo breviores, 1,5 ad 2,8 μ longi, protoplasma tenui-granuloso farcti, dissepimenta non granulata; calyptra nulla.

Trichomes érugineux, épars ou agglomérés en masses étalées, olivâtres, droits, fragiles, non rétrécis au niveau des articulations, épais de 4,6 à 5 μ , assez brièvement atténués, uncinés ou tortueux au sommet qui est presque aigu mais non capité; articles 2-3 fois moins longs que larges, à protoplasma finement granuleux; cellules réfringentes et légèrement élargies intercalées de place en place dans le trichome; cloisons non granuleuses; pas de coiffe (Fig. 44).

Habitat. — Eaux douces et saumâtres; beaucoup plus rarement eaux thermales.

Espèce très voisine de *Oscillaria formosa*, dont elle diffère :

- 1° Par ses trichomes nullement rétrécis aux articulations;
- 2° Par son apex plus aigu;
- 3° Par ses cloisons non granuleuses;
- 3° Par ses articles relativement plus courts;

5° Par l'existence assez fréquente de cellules élargies et réfringentes intercalées dans le trichome.

A Vichy, n'a été trouvée que dans la source « Les Lys ».

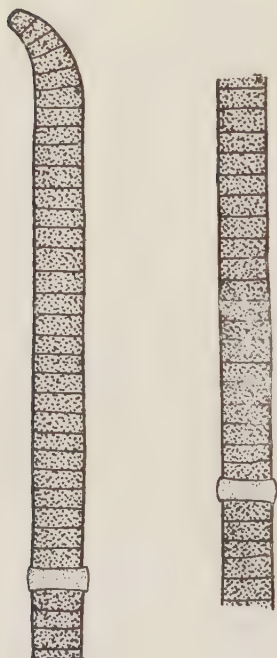


FIGURE 44.
Oscillatoria brevis Kütz. (gross. 2.000).

Oscillaria formosa Bory, Diction. Clas., XII. p. 474, 1827; GOMONT, Monogr., II, p. 230 (tiré à part, p. 250), pl. VII, fig. 16.

Trichomata pulchre aeruginea, in stratum obscure aeruginosum agglomerata, recta, elongata, flexilia, ad genicula vulgo leviter constricta, 4 ad 6 μ crassa, apice haud capitata, subobtusata et breviter attenuata vel rotundato-uncinata; articuli subquadrati vel diametro

ad duplo breviores, 2,5 ad 5 μ longi; dissepimenta interdum tenui-granulata; calyptra nulla.

Trichomes d'un beau vert-érugineux, agglomérés en masses étalées d'un vert-érugineux sombre, droits, allongés, flexibles, ordinairement un peu rétrécis au niveau des articulations, épais de 4-6 μ , non capités, un peu atténués et courbés vers le sommet; articles carrés ou moitié moins longs que larges; cloisons parfois bordées de fins granules; cellule apicale presque obtuse; sans coiffe (Fig. 45).

Habitat. — Eaux douces, thermales, saumâtres; très fréquent. Cosmopolite.

A Vichy se trouve dans la source du « Dôme » et la source « Cornélie ».

Oscillatoria chalybea Martens, *in* Jürgens, Alg. aquat. Dec., XIII, n° 4, 1822; GOMONT, Monogr., II, p. 232 (tiré à part, p. 252), pl. VII, fig. 19.

Trichomata obscure aeruginosa, in stratum atro-viride agglomerata, fragilia, recta vel interdum in spiram laxam contorta, ad genicula leviter constricta, 8 ad 13 μ crassa, apicem versus leviter aut longe et sensim attenuata, ad extremitatem uncinato-arcuata; articuli duplo ad triplo breviores, rarius subquadrati, 3,6 ad 8 μ longi, protoplasmate tenui-granuloso, interdum granulis refringentibus crassis consperso, farcti; dissepimenta non aut vix granulata; cellula apicalis obtusa, haud capitata; calyptra nulla.

Trichomes d'un vert-érugineux sombre, agglomérés en masses étalées d'un vert noirâtre, fragiles, droits ou parfois lâchement et irrégulièrement spiralés, lé-



FIGURE 45.
Oscillatoria formosa Bory
(gross. 2,000).



FIGURE 46.
Oscillatoria chalybea Martens
(gross. 1,500).

gèrement rétrécis au niveau des articulations, épais de 8-13 μ , longuement et insensiblement atténués vers leurs extrémités qui sont finalement uncinées-arquées; articles 2-3 fois moins longs que larges, plus rarement subcarrés, longs de 3,6-8 μ , à protoplasma finement granuleux, contenant parfois de gros granules réfringents; cloisons non ou très peu granuleuses; cellules apicales obtuses, non capitées, pas de coiffe (Fig. 45).

Habitat. — Eaux douces, eaux thermales et eaux saumâtres.

Distribution géographique. — Cosmopolite.

A Vichy, dans la source « Les Lys » seulement.

Oscillatoria terebriformis Ag.; GOMONT, Monogr., II, p. 234 (tiré à part, p. 254), pl. VII, fig. 24.

Stratum atro-chalybeum. Trichomata flexilia, inferne recta, superne laxè spiralia et terebriformia, rarius tantum uncinata, ad genicula haud constricta, 4 ad 6,5 μ crassa, apice lexiter attenuata, articuli quadrati vel diametro ad duplo breviores, 2,5 ad 6 μ longi, vulgo ptotoplasmate granuloso dissepimenta obducente farcti; cellula apicalis rotunda aut quasi truncata.

Couche d'un bleu d'acier sombre Trichomes flexibles, droits dans leur région inférieure, dans la région supérieure lâchement spiralés et térébriformes, plus rarement simplement uncinés; articles carrés ou deux fois moins longs que larges, longs de 2,5 à 6 μ , ordinairement bourrés d'un protoplasma granuleux qui masque les cloisons; cellule apicale arrondie ou presque tronquée, pas de coiffe (fig. 47).



FIGURE 47. — *Oscillatoria terebriformis* Gom. : 4 extrémités de trichomes (gross. 2.000).

Habitat. — Eaux thermales. Probablement cosmopolite.

A Vichy, dans la source « Les Lys » seulement.

Genre **SPIRULINA** Turpin, 1827.

(Dictionnaire d'Hist. Nat. de Levrault, t. 50, p. 309;

Trichomes ne présentant pas de cloisons transversales visibles, enroulés en spirale plus ou moins lâche ou tout à fait dense, jamais atténués aux extrémités; protoplasma homogène ou très légèrement granuleux.

Spirulina major Kütz., Phycolog. gén. p. 183, 1843; GOMONT, Monogr., II, p. 251 (tiré à part, p. 271), pl. VII, fig. 29.

Trichomata dilute aeruginea, inter varias algas sparsa aut in stratum saturate aerugineum agglomerata, plus minusve flexuosa, in spiram laxiusculam, regularem, diametro 2,5 ad 4 μ aequantem contorta, 1,2 ad 1,7 μ crassa; anfractus inter se 2,7 ad μ distantes.

Trichomes d'un vert érugineux pâle, épars parmi d'autres algues ou agglomérés en masses fortement érugineuses, plus ou moins flexueux, enroulés en spirales régulières mais assez lâches ayant 2,5-4 μ de diamètre, épais de 1,2-1,7 μ ; tours de spires distants de 2,7-5 μ (fig. 48).

Habitat. — Eaux stagnantes, froides ou thermales, douces ou saumâtres.

Distribution géographique. — Cosmopolite.

A Vichy, près de la vasque à 30°; dans le ruisseau

d'écoulement de la source « Cornélie », très peu abondant; les spires ont un diamètre de 4μ .

Spirulina subsalsa Oersted, Nat. Tidskr., p. 17, 1842; GOMONT, Monogr., II, p. 253 (tiré à part, p. 273).

Trichomata pallide aeruginosa, in stratum saturate aerugineum aut aerugineo-lutescens agglomerata vel



FIGURE 48.
Spirulina major Kütz. (gross. 1.320).

inter varias Oscillarias sparsa, ambitu irregulariter tortuosa, rarissime recta, in spiram densam subirregulariorem, passim laxiusculam, aut rarius regularem, diametro, 3 ad 5μ , aequantem contorta, 1 ad 2μ crassa; anfractus contigui vel subcontigui.

Trichomes d'un vert-érugineux pâle, réunis en couche d'un vert-érugineux foncé ou jaunâtre, ou bien épars parmi d'autres Oscillariées, à bords irrégulièrement tortueux, très rarement droits, contournés en

spire dense, subirrégulière, çà et là un peu lâche, ou plus rarement régulière, ayant 3 à 5 μ de diamètre, épais de 1 à 2 μ ; tours de spire contigus ou subcontigus (fig. 49).

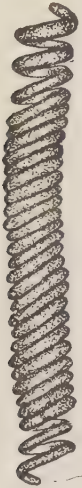


FIGURE 49.

Spirulina subsala Oersted. (gross. 1.320).

Habitat. — Eaux douces, salées et thermales.

Distribution géographique. — Cosmopolite.

A Vichy, dans les trois sources du groupe hyperthermal.

Spirulina labyrinthiformis Menegh, GOMONT, Monogr., II, p. 255 (tiré à part, p. 27).

Stratum sordide vel nigro-virescens. Trichomata pallide viridia, ambitu subrecta, fragilia, in spiram densam eximie regularem, diametro 2 ad 2,7 μ aequantem contorta, 1 μ crassa ; anfractus contigui.

Couche verdâtre-sale ou noirâtre. Trichomes d'un vert pâle, presque droits sur les bords, fragiles, enrou-

lés en spire dense, tout à fait régulière, large de 2 à 2,7 μ , épais de 1 μ ; tours de spire contigus (fig. 50).

Habitat. — Eaux saumâtres et thermales.

Distribution géographique. — Probablement cosmopolite.



FIGURE 50.
Spirulina labyrinthiformis Menegh.
(gross. 1.320).

A Vichy, source « Cornélie » et source « Les Lys ».

CHAPITRE IV

ULOTHRIX VICHIIENSIS ET NAVICULA VICHIIENSIS

Comme nous l'avons signalé dès les premières pages de ce travail, le Docteur PETIT, dans son ouvrage publié en 1855, signalait, dans les eaux de Vichy, deux algues qu'il nommait *Ulothrix vichiensis* et *Navicula vichiensis*. Nous avons cherché à identifier ces deux plantes.

Dans MONTAGNE (Sylloge Cryptogamarum, in-8°, Paris, Baillière, 1856), nous trouvons ce qui suit, page 461 :

« **Ulothrix vichiensis**, Haime et Petit (De la matière organique des eaux minérales de Vichy, in-8°, Paris, 1855).

« *Saturate viridis, demum decoloranti-lutescens; filis cylindricis, in vivo mobilibus, fragilibus, hinc plus minus longis, diametro 0 mm. 007 ad 0 mm. 008 aequantibus, articulis transverse parallelogrammis, specie saltem, cum revera disciformes sunt, secundum aetatem, vel diametrum subaequantibus vel eodem plus duplo brevioribus; geniculis haud contractis, linea diaphana, conspicua aut obsoleta interjecta; nucleo gonimico, initio integro, mox granuloso, tan-*

dem libero, in quatuor opseospermata cruciatim diviso. NOBIS.

« *Habitat.* — *In thermis Vichiensibus ubi a Cl. PETIT, in consortio Naviculae vichiensis infra descriptae observata, et a Cl. HAIME determinata fuit. Hancce algam mihi impertivit consocius expeditionis aegyptiae, celeberrimus JOMARD.*

« *Obs. Haec species, ut jam praenuntiaverat Cl. HAIME, affinis est Ulothrice oscillatorinae Kütz. ; a qua non solum loco natali, sed etiam nucleorum forma et magnitudine recedere videtur.*

« *Animadversiones nonnullas a Doctore PETIT, dum viveret alga, factas, mecumque in litteris communicatas huc transcribere juvat: (vide infra).*

Traduction. — D'un vert foncé, puis d'un jaunâtre pâle, se décolorant ; filaments cylindriques, mobiles à l'état vivant, fragiles et par suite plus ou moins longs, épais de 7 à 8 μ , articles en forme de parallélogrammes allongés transversalement, disciformes, mais paraissant, suivant l'âge, subcarrés ou moitié moins longs que larges, non contractés aux articulations, séparés par une ligne diaphane visible ou effacée ; noyau gonimique (? = protoplasme) d'abord entier, puis granuleux, finalement libre et divisé en 4 opséospermes (apparences de graines) disposées en croix.
DE NOUS.

Habitat. — Thermes de Vichy où elle fut observée par le distingué HAIME. Cette algue m'a été fournie par le très célèbre JOMARD, mon compagnon de l'expédition d'Egypte (1).

(1) MONTAGNE était chirurgien de la Marine militaire.

« Remarques. — Cette espèce, comme l'avait déjà signalé le distingué HAIME, est voisine de l'*Ulothrix oscillatorina* Kütz., dont elle paraît différer non seulement par le lieu de sa naissance, mais aussi par la grandeur et la forme de ses noyaux.

« Quelques remarques avaient été faites sur l'algue vivante par le Docteur PETIT qui me les avait communiquées par lettre. Il m'est agréable de les transcrire ici :

« Quant à l'*Ulothrix*, sur laquelle vous me demandez de nouveaux renseignements, je vous répète qu'il ne manque à ce que vous avez pu voir à Paris, que les mouvements spontanés. Ces mouvements, rapides ou lents, consistent soit dans un allongement, soit dans un mouvement en sens inverse, comme si la plante marchait à reculons. On voit alors l'extrémité du filament vert, qui est toujours arrondie, jamais aiguë, s'agiter par des mouvements latéraux, qui, quelquefois brusques et saccadés, sont d'autres fois tellement étendus que l'extrémité de la tige parcourt un quart de cercle, comme si l'aiguille d'une pendule tombait brusquement de midi à neuf heures ou à trois heures. On voit ainsi ces tiges (filaments) vertes s'agiter, se croiser quelquefois en tous sens et parfois traverser le champ d'observation de manière à disparaître complètement à la vue. J'ajouterai que les cloisons sont plus ou moins dessinées, ce qui tient sans doute au degré de développement de l'algue.

« Vichy, 9 septembre 1855. — Ch. PETIT. »

« **Navicula vichiensis** Petit (page 471) (De la matière organique des eaux minérales de Vichy).

« *Mediocris, a latere primario oblongo-linearis, truncata, a latere secundario oblongo-lanceolata, cymbiformis, apicibus obtusis, marginibus obsolete striata, striis obscuris, modo alterutrum, modo utrumque marginem occupantibus, soepius omnino deficientibus, semper autem difficillime, nec nisi luce oblique reflexa perspiciendis. Longitudo 2-3 centimillim., pro aetate varians; latitudo, centimillimetro minor. Interranea fulva.* NOBIS.

« Hab. Cum Ulothrice homonuyma, notis diagnosticis autem insignita; in aquis thermarum Vichii abunde pullulat. Mecum communicavit celeberrimus collega JOMARD.

« *Observ.* — Species Naviculae firmae affinis, a qua vero pluribus notis, praesertim habitatione et dimensione multo minori, maxime recedit.

« *Motus Navicularum jam a pluribus, at me iudice, imperfecte et nimis summatim descripta sunt.*

« *Quamobrem observationes sequentes a cl. Ch. PETIT institutas, hoc loco, referendas existimo (vide infra).*

« **Traduction.** — Médiocre; du côté primaire (face connective) oblongue linéaire, tronquée; du côté secondaire (face valvaire) oblongue-lancéolée, cymbiforme, à bouts obtus, à bords obscurément striés, à stries obscures, occupant tantôt l'un ou l'autre des bords, tantôt les deux bords, le plus souvent manquant tout à fait, en tout cas très difficilement visibles et seulement en éclairage oblique. Longueur : 20 à

30 μ , variable suivant l'âge ; largeur : moins de 10 μ .
Sustance interne fauve. DE NOUS.

« *Habitat.* — Avec l'*Ulothrix* du même nom dont la diagnose a été donnée plus haut, dans les eaux thermales de Vichy, où elle pullule. M'a été communiquée par mon très célèbre collègue JOMARD.

« *Remarque.* — Espèce voisine de *Navicula firma* (1) dont elle diffère considérablement par plusieurs caractères et particulièrement par son habitat et ses dimensions beaucoup plus petites.

« Les mouvements des Navicules ont déjà été décrits par plusieurs auteurs, mais à mon avis, imparfaitement et trop sommairement.

« Aussi, je pense utile de rapporter ici les observations suivantes faites par l'éminent Ch. PETIT :

« La Diatomée présente aussi des mouvements très curieux à étudier. Les Navicules sont plus ou moins développées, et leurs mouvements plus ou moins prononcés, suivant leur degré de développement. Dans leurs promenades plus ou moins rapides dans le champ d'observation, on dirait qu'elles ont, en quelque sorte, la conscience de tous leurs mouvements en cheminant à travers les obstacles qu'elles rencontrent. Elles viennent les effleurer, les sentir par une de leurs extrémités, mais elles paraissent le faire avec une certaine précaution ; il semble qu'elles flairent ces obstacles, qu'elles les explorent et cherchent le moyen de les éviter.

« J'ajouterai encore, pour répondre à une de vos

(1) *Navicula firma* W. Sm. = *Navicula viridis* Kütz.

observations, que je suis bien certain que les mouvements de ces petits êtres ne tiennent nullement à des courants provenant de l'évaporation du liquide sur le porte-objet ou de toute autre cause physique, ce dont il est facile, avec un peu d'attention, de se rendre compte. Ces mouvements des Navicules, je vous l'assure, leur appartiennent bien en propre ; car on les voit errer dans des directions différentes, souvent opposées, et ils ne consistent pas simplement dans une agitation sans but, dans une simple locomotion, mais semblent être dirigés par une sorte d'instinct. En les examinant avec attention, on les voit contourner les obstacles, quand ils ne parviennent pas à passer dessus ou dessous. Quelquefois, lorsqu'ils s'engagent sous quelques amas de matière organique morte, ils l'agitent par les efforts qu'ils font pour s'en dégager.

« Vous pourrez donc regarder comme certain tout ce que je vous ai dit des mouvements spontanés de notre Diatomée, dans laquelle, je vous le répète, j'ai peine à voir un végétal.

« Ce matin encore, j'ai pu faire voir les mouvements spontanés de ces deux êtres (*Ulothrix* et *Navicula*) à un de mes confrères de Paris, le Docteur SEGUIN, qui a l'habitude des études microscopiques, et qui en a été frappé. Il a vu et vérifié tout ce que je vous ai écrit.

« Je vous disais, dans une première lettre, que l'on rencontrait quelquefois des quantités considérables de petites Navicules non encore entièrement développées, à ce qu'il m'a semblé, et qui n'ont pas alors les deux extrémités lancéolées. Dans cet état (ou cet âge),

c'est à peine si elles ont des mouvements ; elles en acquièrent à mesure qu'elles grandissent, et n'ont toute leur agilité que dans leur complet développement. Ce qui m'a surtout frappé, c'est qu'au printemps, je trouvais dans mes examens une beaucoup plus grande quantité de Navicules que je n'en trouve maintenant.

« Je n'en remarque surtout presque plus à l'état naissant. Je dois ajouter, qu'au printemps, c'est principalement dans une sorte d'écume roussâtre, qui accompagnait la matière verte, que je rencontrais une grande quantité de Navicules, et que, maintenant (septembre 1855), je recueille moins de cette écume, ce qui tient peut-être à ce que l'eau, dans le bassin, est plus agitée pendant l'été, époque où l'on puise incessamment de l'eau pour les malades.

« Quant aux stries marginales (qui ne sont marquées que sur l'une des figures de mon dessin), voici ce que je puis vous en dire, après examen long et consciencieux : M. DE QUATREFAGES étant venu à Vichy pour y faire usage des eaux, nous avons examiné les Algues ensemble, et cherché surtout à reconnaître si les Navicules présentent effectivement des stries.

« Eh bien ! en nous servant de l'éclairage oblique, nous en avons parfaitement constaté l'existence, au moins sur quelques individus. Nous n'avons pas la certitude que ces stries existent chez tous ; car, sur quelques-uns, nous ne les avons distinctement vues que sur l'un des côtés, et non sur l'autre, tandis que, chez quelques autres, nous n'avons pu les distinguer ni sur l'un ni sur l'autre. Ainsi je ne puis plus douter,

d'après ce que j'ai vu, qu'au moins un certain nombre de Navicules ne présentent des stries perceptibles, quelquefois sur les deux bords, quelquefois sur un seul.

« J'ajouterai d'ailleurs que M. DE QUATREFAGES a parfaitement vu lui-même tous les mouvements que je vous ai décrits.

« Pour répondre à une dernière question, je dois enfin vous certifier que la chromule contenue dans la Navicule vivante est bien de couleur fauve, et non verte ; elle est exactement ce que vous la voyez dans la nature morte. » Ch. PETIT, in *litt. cit.*

D'autre part, les deux Algues de Vichy existent dans les « Plantes Cryptogames de France » de DESMAZIÈRES (nouvelle édition), où elles ont été publiées en 1858, fascicule XI, sous les n^{os} 504 et 505.

Les deux numéros sont sur la même feuille avec une seule étiquette dont voici la transcription :

« N^o 504. **Navicula vichiensis** J. Haime et Ch. Petit. — Charles Petit. De la matière organique des eaux thermales de Vichy (1855). — Mont. Syll. »

« N. 505. **Ulothrix vichiensis** J. Haime et Ch. Petit. — *Idem.* (1855). — Mont. Syll.

« Ces deux productions vivent ensemble dans les eaux de toutes les sources de l'établissement thermal de Vichy, lorsque, dans les bassins, elle restent exposées à l'air et à la lumière. Les échantillons que nous donnons ici, ont été pris flottants à leur surface. Nous devons la bouteille qui les contenait aux soins obligeants de notre ami, M. SAUGERRES, médecin-major au 5^e de ligne. On ne lira pas sans un vif intérêt les

nouveaux renseignements donnés par M. PETIT, à notre savant correspondant le Docteur MONTAGNE et qui se trouvent consignés aux pages 461 et 471 de son « Sylloge generum specierumque Cryptogamarum », in-8°, Paris 1856.

« Mesurée à notre micromètre, la longueur de la Navicule varie entre 0 mm. 025 et 0 mm. 035, sur une épaisseur de 0 mm. 009. — Le diamètre des filaments de l'*Ulothrix* est de 0 mm. 0075. »

Les deux Algues sont ensemble et représentées par un échantillon étalé sur papier et un autre sur mica. Les deux échantillons sont identiques.

M. l'Abbé FRÉMY a étudié l'échantillon sur mica. En humectant avec de l'eau, et en ramollissant et gonflant par le lacto-phénol d'Amann (1), il a nettement reconnu les deux algues mentionnées par Ch. PETIT et J. HAIME. Voici ce qu'à ce sujet il nous a communiqué :

« I. Le prétendu *Ulothrix vichiensis* (*Hormiscia* De Toni) n'est nullement un *Ulothrix*, pas même une Chlorophycée, mais une Cyanophycée, dont j'ai pu faire la détermination spécifique avec certitude : *Oscillatoria tenuis* Ag., forme épaisse de 6 à 7 μ , à trichomes légèrement rétrécis aux articulations, à cellules subcarrées ou moitié moins longues que larges, à protoplasma homogène ou granuleux, à cloisons parfois bordées de deux lignes de granules, à sommet

(1) Lacto-phénol d'Amann, 1896 :

Acide phénique cristallisé, chimiquement pur	1 gramme.
Acide lactique	1 gramme.
Glycérine	2 grammes.
Eau distillée	1 gramme.

droit ou légèrement courbé, arrondi, non atténué, sans coiffe ni épaississement.

« Il y a lieu de s'étonner qu'aucun des Algologues qui ont mentionné cette Algue ne l'ait reconnue, ni MONTAGNE, qui connaissait pourtant fort bien *Oscillatoria tenuis* Ag., ni RABENHORST, ni DE TONI, qui, dans le vol. I de son *Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum*, cite *Ulothrix vichiensis* sous le nom de *Hormiscia vichiensis* parmi les *Species inquirendae*.

« MONTAGNE surtout, qui l'a examinée fraîche, sinon vivante, aurait dû la reconnaître. RABENHORST seul semble en avoir soupçonné la vraie valeur, quant à son sujet, il écrivit (*Flora europ.*, 3^e p., p. 370) : « *Oscillariae forma tenuissima*, forme très ténue d'une oscillaire ». Elle n'est pourtant pas si tenue !

« Cependant, chose curieuse, la description donnée par MONTAGNE est assez exacte. (Ces savants savaient observer, et leurs microscopes, pour l'époque, devaient être excellents). Ses mensurations sont assez exactes. S'il n'a pas vu la constitution des trichomes, il semble avoir vu les granulations du protoplasma. Mais ses échantillons commençaient à vieillir et à se désagréger et la division curieuse qu'il signale du contenu cellulaire en « Opseospermes » est due à une contraction du protoplasma, qui le décolle de la membrane et semble le diviser en deux ou en quatre (fig. 51).

« Les mouvements d'oscillation des extrémités des trichomes sont assez bien décrits. (Voir plus haut nos remarques sur les mouvements des Cyanophycées).

« II. La *Navicula vichiensis* Ch. Petit et J. Haime est le *Navicula aponina* Kütz., ainsi nommée parce que trouvée d'abord dans les eaux thermales d'Abano (fig. 52).

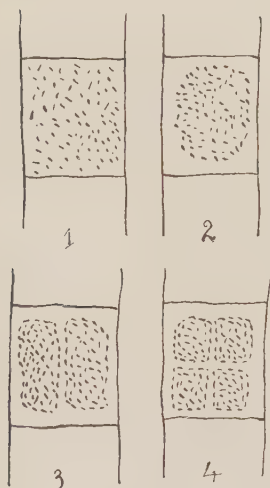


FIGURE 51.

Cellules d'*Oscillatoria tenuis* Ag.

1. Cellule vivante.
2. Cellule morte à protoplasma contracté.
- 3 et 4. Cellules mortes à protoplasma contracté, semblant se diviser en 2 ou en 4.

« La description de MONTAGNE est exacte. Pour voir les détails de cette Navicule, il vaut mieux employer l'eau pure comme milieu de montage que le liquide



FIGURE 52.

Navicula aponina Kütz. (gross. 2.000).
Face valvaire.

d'Amann. Les stries se voient bien, parfois avec un bon objectif à sec, mais surtout à l'immersion. Elles occupent les 2 côtés en vue valvaire. Si elles n'appar-

raissent que sur un bord, c'est que la Diatomée est vue obliquement. En faisant varier le point on voit apparaître les stries sur l'autre bord. Les dimensions que j'ai relevées sont voisines de $30 \times 7 \mu$.

« Cette Navicule, quoiqu'en dise MONTAGNE, n'est pas très abondante dans l'*Exsiccata* de DESMAZIÈRES.

« Je l'ai cherchée en vain dans les échantillons que vous avez prélevés à Vichy, je n'ai rien trouvé qui lui ressemble. Elle n'existe sans doute pas dans les sources du groupe hyperthermal.

« Les mouvements de la Diatomée sont bien décrits par Montagne. » (Voir plus haut l'étude sur les Mouvements des Diatomées).

« A la suite de CLEVE, les auteurs modernes rangent *Navicula aponina* dans le sous-genre *Libellus* Cleve, 1873, dont on a fait plus tard un genre à part ; on la désigne souvent sous le nom de *Libellus aponinus* (Cleve) Kütz. — Ce sous-genre est caractérisé par le fait que la membrane connective est plissée de façon à imiter une accumulation de pages d'un livre.

« D'après SCHÖNFELD *Bacillariales in Süßwasserflora*, Heft 10, cette espèce serait très rare en Europe.

« Je trouve par hasard (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, sér. 4, vol. XIV, 1860) une note de MONTAGNE qui a trait indirectement aux deux algues thermales de Vichy. Il s'agit des diagnoses d'*Amphora vitrea* Montsylloge, p. 167 (nom admis dans DE TONI) et de *Oscillaria nectariensis* Mont., loc. cit., p. 167, que l'Auteur fait suivre (p. 168) des lignes suivantes : « *Obs.* — Il y a une réflexion à faire à propos de ces algues. Nous avons vu (Syll., pp. 461 et 471) que les eaux thermales de Vichy

sont habitées par un *Ulothrix* (*Ulothrix vichiensis*) et par une Navicule (*Navicula vichiensis*). Eh bien, malgré la grande ressemblance de composition chimique que présentent celles de Saint-Nectaire, les 2 Cryptogames qu'on y observe sont néanmoins fort différentes, et peuvent servir merveilleusement à les distinguer sans analyse chimique ».

« *L'Oscillaria nectariensis* Mont. est l'*Oscillatoria tenuis* Ag., comme je l'ai constaté par l'examen de l'échantillon de Saint-Nectaire, étiqueté par MONTAGNE et conservé dans son herbier (Laboratoire de Cryptogamie du Muséum, Paris). D'ailleurs, GOMONT, à propos de *Oscillatoria tenuis*, donne ce nom en synonymie.

« Voici la diagnose que donne MONTAGNE d'*Amphora vitrea*:

« **Amphora vitrea** Montagne (Ann. Sc. Nat., Bot., sér. 4, vol. 14, 1860, p. 167). — *Ellipsoïdea, hyalina, apicibus productis, truncatis, lineis marginalibus binis-ternis, mediis binis, subtilissimis, approximatis, margine ad augmentum maximum moniliformibus, valvarum diductarum utroque fine subrecurvo, interaneis fulvis*. — (Cfr. BASSET, *Etude sur les eaux de Saint-Nectaire*, p. 39, ubi descriptio et observationes. — Hab. In aquis thermalibus Sti. Nectarii (Puy de Dôme) *Oscillariae nectariensis consortem. Hanc Amphoram legit mecumque communicavit cl. BASSET, harum thermarum medicus-inspector* ».

« **Traduction.** — Ellipsoïdale, hyaline, à bouts sail-lants, tronqués, à 2-3 lignes marginales, à 2 lignes mé-

dianes très fines, rapprochées, moniliformes sur le bord à l'endroit de la largeur maxima, à chaque bout subincurvé, intérieur fauve. *Cfr.* BASSET..., etc., où se trouvent la description et des observations.

« *Habitat.* — Eaux thermales de Saint-Nectaire (Puy-de-Dôme) avec *Osëillaria nectariensis*. Cette *Amphora* a été récoltée et m'a été communiquée par le distingué BASSET (1), médecin-inspecteur de ces thermes.

« *Amphora vitrea* Montagne n'est pas signalée dans FRÈRE HÉRIBAUD, Diatomées d'Auvergne, 1893. Cet Auteur connaissant bien pourtant les eaux de Saint-Nectaire.

« Mais il y signale *Amphora salina* W. Sm. (= *Amphora lineolata* Kütz. non Ehr.). Or je viens à l'instant d'examiner l'échantillon de MONTAGNE et je ne vois aucune différence entre l'*Amphora vitrea* de cet échantillon et l'*Amphora salina* W. Sm. *Amphora salina* est une espèce d'eaux saumâtres, mais précisément les eaux de Saint-Nectaire sont chlorurées-sodiques, et l'on sait qu'au voisinage de ces eaux, dans leurs suintements, s'est installée toute une flore halophile de Phanérogames et de Cryptogames. Les échantillons d'*Amphora salina* que j'ai vus ont une longueur d'environ 35 μ .

« *Diagnose du Genre AMPHORA*: Frustules ordinairement libres, solitaires, ovales-oblongs, ovales-ellipti-

(1) Je n'ai pu trouver le travail de BASSET ni le moindre renseignement sur cet Auteur. Son nom ne figure pas dans la *Bibliographia algologica universalis* de G. DE TONI (un des fils du célèbre algologue) en voie de publication et arrivée aux lettres B16.

ques ou subquadrangulaires, souvent renflés ou contractés dans la face frontale. Valves cymbiformes à nodules médians marginaux ou submarginaux, souvent dilatés en stauros, à raphé souvent incurvé. Zone connective souvent plissée, striée ou ponctuée longitudinalement.

« *Amphora salina* W. Sm. — Frustule elliptique-oblong, à extrémités légèrement rétrécies, tronquées. Valves à extrémités rostrées, un peu capitées ; bord dorsal arqué, bord ventral droit ou concave, raphé concave par rapport à la zone connective ; stries fines, ponctuées, 18 à 21 en 10 μ du côté dorsal, 20-21 du côté ventral. Longueur 30-50 μ (fig. 53).

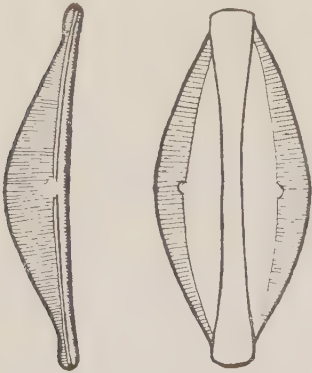


FIGURE 53.

Amphora salina W. Sm.
Vue connective et valvaire
(gross. 2.000).

« Donc, MONTAGNE s'avance beaucoup en prétendant que les 2 algues *Amphora vitrea* et *Oscillaria nectariensis*, suffisent à faire reconnaître les eaux de Saint-Nectaire et à les distinguer de celles de Vichy, puisque *Oscillaria nectariensis* est commune aux deux et *Amphora vitrea* (= *Amphora salina*) est une espèce d'eaux saumâtres.

« Seule donc cette dernière pourrait être caractéristique des eaux de Saint-Nectaire.

« Au sujet de l'habitat des algues dans les eaux thermales, voici une note de M. GOMONT :

« Parmi les milieux que préfèrent les Homocystées, nous ne devons pas oublier les sources thermales qu'elles remplissent même plus abondamment que les Nostocacées des autres groupes et dont la haute température n'est pas un obstacle à leur développement (fait déjà signalé par Agardh en 1827, et Schwabe en 1862). La composition chimique de ces eaux ne semble pas exercer une influence prépondérante sur cette richesse de développement, car les Oscillariées se propagent dans les eaux thermales à peine minéralisées, comme dans les eaux sulfureuses. Toutefois, si la cause dont nous parlons n'agit pas d'une manière générale sur la végétation, elle favorise vraisemblablement la croissance de telle ou telle espèce ». GOMONT, Monographie des Oscillariées, Introduction, p. 6.

« D'autres facteurs interviennent certainement aussi : lumière, température, pH, radioactivité, etc.

« Un travail d'ensemble sur l'écologie des algues thermophiles est à faire. Il serait d'ailleurs fort difficile. » P. FRÉMY, *in litt. mihi*.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

I. — La population algale des sources du groupe hyperthermal de Vichy, telle que la fait connaître ce travail, se compose de 32 espèces ou variétés qui, au *point de vue systématique*, se répartissent en trois classes, dans les proportions suivantes :

Chlorophycées	3
Diatomacées	13
Cyanophycées	16

II. — De ces trois classes, celle des Cyanophycées seule contient des espèces plus ou moins caractéristiques des eaux thermales :

Phormidium purpurascens.

Phormidium tenue.

Phormidium ambiguum.

Oscillatoria geminata.

Oscillatoria terebriformis.

III. — Cette florule cyanophycéale présente surtout des *caractères négatifs* :

1. Absence totale de Chroococales.

2. Parmi les Hormogonéales homocystées, absence de *Phormidium laminosum* Gom.

3. Absence totale d'Hormogonéales hétérocystées et tout particulièrement de *Mastigocladus laminosus* Cohn.

Son caractère positif le plus net est la présence d'*Oscillatoria terebriformis* qu'on trouve très rarement en dehors des eaux thermales.

IV. — Si l'on compare les trois sources du groupe hyperthermal de Vichy au point de vue de leur population algale, on trouve les résultats suivants:

Espèces ou var.

Source du « Dôme » 65°5.....	11
Sources « Les Lys » 60°5	12
Source « Cornélie » 44°1	22

Le nombre d'espèces augmente donc quand la température baisse de 60°5 à 44°1. Ceci concorde exactement avec les observations de FAMIN qui, dans 14 prélèvements faits dans des localités diverses entre 30° et 40°, a trouvé 67 espèces ; dans 16 prélèvements entre 40° et 50°, en a trouvé 44 ; dans 13 prélèvements entre 50° et 60°, n'en a plus trouvé que 18. Par contre, le même auteur, au-dessus de 60°, n'a trouvé que le seul *Mastigocladus laminosus*. (Dans ces résultats, FAMIN ne tient pas compte des Diatomées).

V. — Les deux algues signalées dans les thermes de Vichy, par le Docteur PETIT, en 1855, *Ulothrix*

vichiensis Haime et Petit, *Navicula vichiensis* Haime et Petit correspondent respectivement à *Oscillatoria tenuis* Ag. et *Navicula aponina* Kütz. Cette dernière n'a pas été retrouvée dans les sources du groupe hyperthermal.

<i>Vu :</i>	LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
LE DOYEN,	MANCEAU.
JEAN LEPINE.	

Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 14 Mai 1934.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ.
A. LIRONDELLE.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLORGE (P.). — Hétérokontées ou Xanthophycées (*Revue Algologique*, V, juin 1930).
- BORNET (E.) et FLAHAULT (Ch.). — Revision des Nostocacées hétérocystées, contenues dans les principaux herbiers de France (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 7^e série, t. III, 1886, pp. 323-381, t. IV, 1886, pp. 343-373, t. V, 1887, pp. 51-129, t. VII, 1888, pp. 177-262).
- BOYE-PETERSEN (J.). — The fresh-water Cyanophyceae of Iceland, 1923.
- The aërial algae of Iceland, 1928.
- CHODAT. — Algues vertes de la Suisse. Berne, 1902.
- DANGEARD (P.). — Traité d'Algologie. Paris, 1933.
- DE TONI. — Sylloge algarum hucusque cognitarum ; Chlorophyceae, 1889; Bacillariaceae, 1891.
- DUTROCHET. — Les Oscillariées des eaux thermales. *C. R. A. S.*, I, 1835.
- ELENKIN. — Des groupements thermophiles d'algues (*Bull. Jard. bot. Imp. Pierre-le-Grand*, 1914) (en russe avec résumé en allemand).
- FAMIN. — Contribution à l'étude systématique et biologique de la flore thermale française (*Trav. crypt. dédiés à L. Mangin*, 1931).
- Action de la température sur les végétaux (*Thèse Fac. Sc.*, Paris, 1933, et *Rev. générale de Botanique*, 1933).
- FORTI (A.). — Sylloge Myxophycearum, in G.-B. De Toni, Sylloge Algarum, vol. V, 761 pp., Padova, 1907.

- FRÉMY (P.). — Les Scytonémacées de la France, in *Flore Algologique de France*, 71 pp., Pl. 1-9; Paris et Saint-Lô, 1927 (*Revue Algol.*, II, 1925, pp. 258-279, Pl. 3-8; III, 1926, pp. 55-98, Pl. 3-15).
- Les Stigonémacées de la France, in *Flore algologique de France*, 70 pp., fig. 1-35, Pl. I-IX, 1930 (*Revue Alg.*, V, 1930, pp. 147-213, fig. 1-35, Pl. IV-XII).
- Myxophycées de l'Afrique équatoriale française (*Archives de Botanique*, t. III, Mém. n° 2, 1930).
- GAY (Fr.). — Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes (*Thèse Fac. Sc.*, Paris, 1891).
- GEITLER (L.). — Synoptische Darstellung der Cyanophyceen in morphologischer und systematischer Hinsicht (*Beih. z. Bot. Centralbl.*, Bd. XLI, Abt. 2, 1925, pp. 165-294, Pl. XVII-XX).
- Cyanophyceae, in A. Pascher, *Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz*, Hft. 12, pp. 1-450, fig. 1-560. Jena 1925.
- Cyanophyceae in Rabenhorst's *Kryptogamenflora*, Bd. XIV, 1196 pp., 780 fig., Leipsig, 1930-32.
- GOMONT (M.). — Monographie des Oscillariées (Nostocacées homocystées), 1 vol. in-8, 302 pp., 16 Pl. Paris 1893 (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 7^e série, t. XV, 1892, pp. 263-368, Pl. 6-14; t. XVI, pp. 91-264, Pl. 1-7).
- GUILLIERMOND, MANGENOT et PLANTEFOL. — *Traité de Cytologie végétale*, 1932.
- HEERING. — Ulothricales in PASCHER, *Süßwasserflora*, H. 6; 1914.
- Siphonocladales in PASCHER, *Süßwasserflora*, H. 7; 1921.
- KÜTZING (T.). — *Species algarum*. Lipsiae, 1849.
- LAGERHEIM. — Note sur l'*Uronema* (Malpighia, I, 1887).
- LAPEYRÈRE. — Algues récoltées dans l'eau et dans la boue de l'établissement thermal de Dax (*Bull. Soc. Bordeaux*, Dax, 1921).

- LAURES (de) et BECQUEREL. — Mémoire sur les Conferves des eaux thermales de Nérès (*Ann. Soc. Hydr.*, I, Paris, 1854-55).
- MONTAGNE. — Sylloge generum specierumque Cryptogamarum, Paris, 1856.
- OLTMANNS. — Morphologie u. Biologie d. Algen, 2^e éd., 1922.
- PELLETAN. — Les Diatomées, 1888.
- PETIT (Ch.). — De la matière organique des eaux minérales de Vichy, 1855.
- PRINTZ. — Chlorophyceae in ENGLER u. PRANTL, Die Nat. Pflanzenf., Bd. 3, 1927.
- RABENHORST. — Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Lipsiae, 1864-68.
- SCHÆNFELDT. — Bacillariales in PASCHER, Süßwasserflora, H. 10 ; 1913.
- SERRES. — Note sur l'*Anabaena* de la fontaine chaude de Dax (*Bull. Soc. Borda*, Dax, 1880).
- SOUBEIRAN. — Essai sur la matière organisée des sources sulfureuses des Pyrénées (*Journ. de Pharm.*, 1858-1859).
- THORE. — Algues des eaux thermales de Dax (*Bull. Soc. Borda* ; Dax, 1885).
- THURET (G.). — Observations sur la reproduction de quelques Nostochinées (*Mém. Soc. Sc. nat. de Cherbourg*, t. V, 1857, p. 29).
- TILDEN. — Observations on some thermal West American thermal algae (*Bot. Gaz. Chicago*, XXV, 1898).
- Minnesota Algae, vol. I. The Myxophyceae of North America and adjacent regions including Central America, Greenland, Bermuda, the West Indies and Hawaii (*Rep. Surv. Bot. Ser.*, VIII, iv-328 pp., 20 Pl.).
- VAN HEURCK. — Traité des Diatomées, 1899.
- VAUCHER. — Histoire des Conferves d'eau douce ; Genève, 1803.

- VOUK. — Biologische Untersuchungen d. Thermalquellen v. Zajorge (*Bull. Trav. Sc. math. et nat. Zagreb*, V, 1916).
- Recherches biologiques sur les eaux thermales de Croatie (*Yugosl. Akad.*, Zagreb, 1919).
- Limites thermales de *Mastigocladus laminosus* (Spomenice, 50-god. Prof. Rada., Belgrade, 1922) (en croate).
- Die Problem d. Biologie d. Thermen (*Internat. Rev. d. Ges. Hydr. u. Hydrobiol.*, II, 1923)
- Un' aggiunta alla biologia dell' alga termale *Mastigocladus laminosus* (*N. Notarisia*, XXXVI, 1925).
- On the origin of the thermal flora (*Proc. Internat. Congr. Plants-Sc.*, Ithaca, 1926).
- WEST and FRITSCH. — Treatise on the British Fresh-water algae, Cambridge, 1927.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	9
INTRODUCTION	15
<i>Chapitre premier.</i> — ORIGINE DE LA POPULATION ALGALE DES EAUX THERMALES	21
<i>Chapitre II.</i> — GÉNÉRALITÉS SUR LES ALGUES	29
Classe des Chlorophycées	31
Classe des Bacillariophycées ou Diatomacées	33
Classe des Cyanophycées	45
<i>Chapitre III.</i> — LES ALGUES DES EAUX DU GROUPE HYPER- THERMAL DE VICHY	73
I. Liste des algues récoltées dans chaque source..	73
II. Tableau systématique de la flore algale des sour- ces du groupe hyperthermal de Vichy	75
III. Description des algues du groupe hyperthermal.	77
Chlorophycées	77
Ulothricales	77
Siphonocladales	86
Diatomacées	94
Cyanophycées	105
Chamæsiphonales	105
Hormogonéales	108
<i>Chapitre IV.</i> — ULOTHRIX VICHIIENSIS ET NAVICULA VI- CHIENSIS	137
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS	153
BIBLIOGRAPHIE	157



BOSC FRÈRES, M. & L. RIOU

00 00 IMPRIMEURS - ÉDITEURS 00 00

00 42, QUAI GAILLETON, 42 00

00 00 00 00 LYON 00 00 00 00



